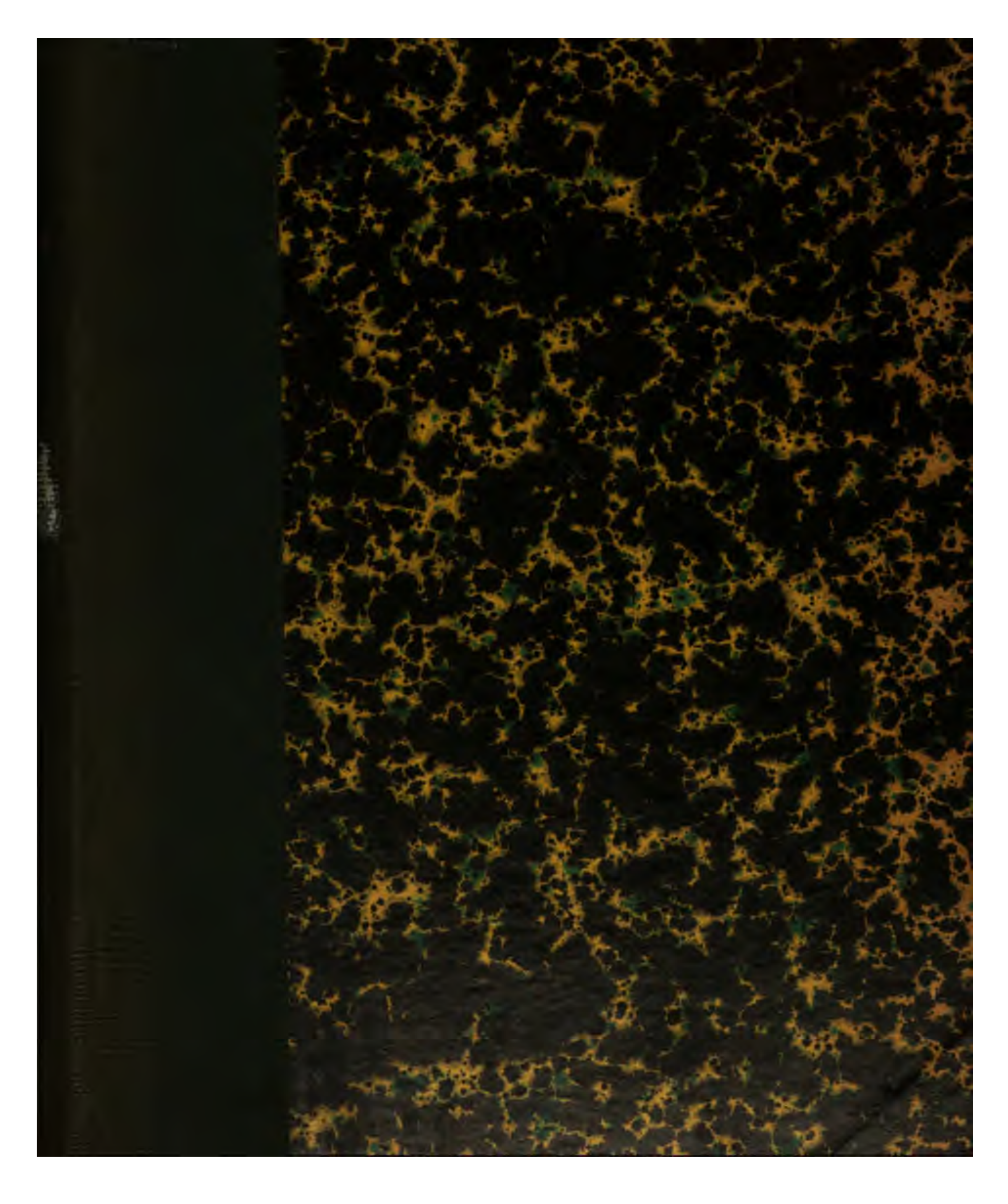


Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medizinischen Sozietät

in

Erlangen

Redigiert von **Oskar Schulz**

---

38. Band

1906

ERLANGEN
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn
1907

Inhaltsverzeichnis.

Stand der Mitglieder

am 31. Dezember 1906.

48 ordentliche, 58 Ehren- und 81 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches Mitglied, E.M. für Ehrenmitglied, K.M. für korrespondierendes Mitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Apitzsch, Dr. H., Assistent am pharmazeut.-chem. Institut, 1896.
Bartel, Dr. F., Assistent am patholog.-anatomischen Institut, 1905.
Birkenbach, Dr. L., Assistent am chemischen Institut, 1905.
Bischoff, Dr. O., kgl. Bezirksarzt, 1893.
Busch, Dr. M., Prof. der Chemie, 1890.
Denker, Dr. A., Prof. der Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde, 1903.
Fischer, Dr. O., Prof. der Chemie, 1885.
Fleischmann, Dr. A., Prof. der Zoologie, 1886.
Fritsch, Dr. O., prakt. Arzt, 1888.
Fuchs, Dr. R. F., Privatdozent für Physiologie, 1901.
Gerlach, Dr. L., Prof. der Anatomie, 1874.
Gordan, Dr. P., Prof. der Mathematik, 1874.
Graser, Dr. E., Prof. der Chirurgie, 1884.
Gutbier, Dr. A., Privatdozent für Chemie, 1899.
Haffner, Dr. G., Gymnasiallehrer, 1906.
Hauck, Dr. L., Privatdozent für Haut- und Geschlechtskrankheiten, 1901.
Hauser, Dr. G., Prof. der patholog. Anatomie, 1881.
Heim, Dr. L., Prof. der Hygiene und Bakteriologie, 1897.
Heinz, Dr. R., Prof. für Pharmakologie, 1899.
Henrich, Dr. F., Prof. für Chemie, 1901.
Hermann, Dr. F., Prof. der Anatomie, 1884.
Hetzel, Dr. K., prakt. Arzt, 1898.

Jamin, Dr. F., Prof. der klinischen Propädeutik, 1903.
Jordis, Dr. E., Privatdozent für Chemie, 1902.
Koeberlin, Dr. H., Oberarzt an der Kreisirrenanstalt, 1885.
Königer, Dr. H., Oberarzt an der medizin. Klinik, 1904.
Kreuter, Dr. E., Privatdozent für Chirurgie, 1905.
Kryger, Dr. M. v., Prof. der Chirurgie, 1898.
Lenk, Dr. H., Prof. der Geologie und Mineralogie, 1906.
Limpach, Dr. L., Hofapotheker, 1893.
Menge, Dr. K., Prof. der Geburtshülfe u. Gynäkologie, 1905.
Merkel, Dr. H., Privatdozent für patholog. Anatomie, 1903.
Noether, Dr. M., Prof der Mathematik, 1875.
Paal, Dr. K., Prof. der Chemie, 1887.
Penzoldt, Dr. F., Prof. der inneren Medizin, 1874.
Reiger, Dr. L., Privatdozent für Physik, 1902.
Rosenthal, Dr. I., Prof. der Physiologie, 1872.
Schleich, H. v., Hauptmann und k. Kämmerer, 1906.
Schulz, Dr. O., Privatdozent für Physiologie, 1888.
Schulze, Dr. H., Privatdozent für angewandte Chemie, 1906
Solereder, Dr. H., Prof. der Botanik, 1900.
Specht, Dr. G., Prof. der Psychiatrie, 1891.
Spuler, Dr. A., Prof. für Anatomie, 1894.
Wehnelt, Dr. A., Prof. der Physik in Berlin, 1900.
Weichardt, Dr, W., Privatdozent f experimentelle Therapie, 1905.
Wiedemann, Dr. E., Prof. der Physik, 1886.
Würschmidt, Dr. A., Direktor der Kreisirrenanstalt, 1898.
Zander, Dr. E., Privatdozent für Zoologie, 1904.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. Januar 1906 bis zum 31. Dezember 1906 die Herren

G. Haffner, H. Lenk, H. v. Schleich, H. Schulze.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren

J. Gengler, H. Lüthje, E. Pechuël-Loesche, F. X. Schönhuber, L. Seitz, F. Voit.

Durch den Tod verlor die Gesellschaft ihren Kassier Herrn M. Brommer.

B. Ehrenmitglieder.

Ihre Königliche Hoheit Dr. Therese Prinzessin von Bayern, 1903.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor Herzog in Bayern, 1888.

Arrhenius, Dr. Swante, Prof. der Physik, Stockholm, K.M. 1895, E.M. 1904

Baeyer, Dr. A. v., Prof. der Chemie, München, 1883.

Berthelot, Dr. M. P. E., Prof. der Chemie, Paris, K.M. 1860, E.M. 1895.

Branca, Dr. W. v., Prof. der Geologie, Berlin, 1903.

Bütschli, Dr. O., Prof. der Zoologie, Heidelberg, K.M. 1897, E.M. 1899.

Ehlers, Dr. E., Prof. der Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874.

Engelmann, Dr. Th. W., Prof. der Physiologie, Berlin, K.M. 1899, E.M. 1903.

Eversbusch, Dr. O., Prof. der Augenheilkunde, München, O.M. 1886, E.M. 1901.

Exner, Dr. S., Prof. der Physiologie, Wien, K.M. 1901, E.M. 1903.

Fischer, Dr. E., Prof. der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886, E.M. 1895.

Goebel, Dr. K., Prof. der Botanik, München, K.M. 1901, E.M. 1903.

Golgi, Dr. C., Prof. der allgemeinen Pathologie, Pavia, K.M. 1895, E.M. 1903.

Groth, Dr. P., Prof. der Mineralogie, München, K.M. 1888, E.M. 1903.

Haeckel, Dr. E., Exzellenz, Prof. der Zoologie, Jena, 1903.

Hensen, Dr. V., Prof. der Physiologie, Kiel, 1901.

Hering, Dr. E., Prof. der Physiologie, Leipzig, K.M. 1897, E.M. 1903.

Hertwig, Dr. O., Prof. der Anatomie, Berlin, K.M. 1889, E.M. 1899.

Hoff, Dr. J. H. van't, Prof. der Chemie, Berlin, 1902.

Jordan, Dr. Camille, Prof. der Mathematik, Paris, 1897.

Kohlrausch, Dr. F., Prof. der Physik, Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt a. D., Marburg i/H., K.M. 1883, E.M. 1896.

Klein, Dr. F., Prof. der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.

Koch, Dr. R., Prof. der Hygiene, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1895.

Königsberger, Dr. L., Prof. der Mathematik, Heidelberg, 1904.

Leber, Dr. Th., Prof. der Augenheilkunde, Heidelberg, 1899.

Leube, Dr. W. v., Prof. der Medizin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.

Leyden, Dr. E. v., Exzellenz, Prof. der Medizin, Berlin, 1902.

Lister, Dr. Lord J., Prof. der Chirurgie, London, 1883.

Michel, Dr. J. v., Prof. der Augenheilkunde, Berlin, O.M. 1873, K.M. 1878, E.M. 1895.

Moissan, Dr. H., Prof. der Chemie, Paris, 1903.

Neumayer, Dr. G. v., Exzellenz, Neustadt i. Pf., 1906.

Ostwald, Dr. W., Prof. der physikal. Chemie, Leipzig, K.M. 1895, E.M. 1897.

Pfeffer, Dr. W., Prof. der Botanik, Leipzig, 1901.

Picard, Dr. E., M. de l'Institut, Paris, 1904.

Ramsay, Dr. W., Prof. der Chemie, London, 1903.

Recklinghausen, Dr. F. v., Prof. der path. Anatomie, Straßburg i. E., 1896.

Retzius, Dr. G., Prof. der Anatomie, Stockholm, K.M. 1895, E.M. 1901.

Rindfleisch, Dr. G. E. v., Prof. der path. Anatomie, Würzburg, K.M. 1883, E.M. 1899.

Röntgen, Dr. C. v., Prof. der Physik, München, K.M. 1889, E.M. 1897.

Rothmund, Dr. A. v., Prof. der Augenheilkunde, München, K.M. 1887, E.M. 1900.

Sattler, Dr. H., Prof. der Augenheilkunde, Leipzig, O.M. 1879, K.M. 1886, E.M. 1895.

Sämisch, Dr. O., Prof. der Augenheilkunde, Bonn, K.M. 1887, E.M. 1899.

Schuster, Dr. A., Prof. der Physik, Manchester, 1903.

Schwendener, Dr. S., Prof. der Botanik, Berlin, 1901.

Strasburger, Dr. E., Prof. der Botanik, Bonn, K.M. 1883, E.M. 1903.

Strümpell, Dr. A. v., Prof. der Medizin, Breslau, O.M. 1886, E.M. 1904.

Thomson, Dr. J. J., Prof. der Physik, Cambridge, 1903.

Thomson, Dr Sir W., Lord Kelvin, Prof der Physik, Glasgow, 1878.

Voit, Dr. C. v., Prof. der Physiologie, München, K.M. 1863, E.M. 1883.

Volhard, Dr. J., Prof. der Chemie, Halle a. S., O.M. 1879, K.M. 1882, E.M. 1904.

Waldeyer, Dr. W., Prof. der Anatomie, Berlin, 1897.

Weber, Dr. H., Prof. der Physik, Braunschweig, 1899.

Weber, Dr. H., Prof. der Mathematik, Straßburg i. E., 1900.

Weismann, Dr. A., Exzellenz, Prof. der Zoologie, Freiburg i. Br., 1897.
Zehender, Dr. W. v., Prof. der Augenheilkunde, Eutin, 1899.
Zeuthen, Dr. H. G., Prof. der Mathematik, Kopenhagen, 1901.
Zweifel, Dr. P., Prof der Gynäkologie, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder L. Boltzmann, C. Schweigger.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Arnold, Dr. J., Exzellenz, Prof. der path. Anatomie, Heidelberg, 1896.
Auwers, Dr. K., Prof. der Chemie, Greifswald, 1897.
Bäumler, Dr. Ch., Prof. der Medizin, Freiburg i. Br., O.M. 1872, K.M. 1874.
Bertoni, Dr. G., Prof. der Chemie, Livorno, 1895.
Blanckenhorn, Dr. M., Halensee-Berlin, O.M. 1890, K. M. 1903.
Bokorny, Dr. Th., Gymnasial-Prof., München, O.M. 1888, K.M. 1896.
Boström, Dr. E., Prof. der path. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.
Brill, Dr. A. v., Prof der Mathematik, Tübingen, 1894.
Buchner, Dr. Ed., Prof. der Chemie, Berlin, 1897.
Chiari, Dr H., Prof. der path. Anatomie, Straßburg i. E., 1897.
Curtius, Dr. Th., Prof der Chemie, Heidelberg, O.M. 1886, K.M. 1896.
Déjérine, Dr. J., Prof., Médecin de l'hospice de Bicêtre, Paris, 1895.
Delpino, Dr. F., Prof. der Botanik, Neapel, 1875.
Duncan, Dr. M., Prof der Gynäkologie, London, 1883.
Ebert, Dr. H., Prof. der Physik, München, O.M. 1887, K.M. 1894.
Eberth, Dr C., Prof. der path. Anatomie, Halle a. S., 1895.
Ebner, Dr. V. v., Prof der Histologie, Wien, 1901.
Elster, Dr. H., Prof. der Physik, Wolfenbüttel, 1903.
Elterlein, Dr. A. v., Exzellenz, kais. ottoman. Unterstaatssekretär, Konstantinopel, O.M. 1895, K.M. 1900.
Engler, Cr A., Prof. der Botanik, Berlin, 1902.
Filehne, Dr W., Prof der Pharmakologie, Breslau, O.M. 1874, K.M. 1886.
Fittig, Dr. R., Prof. der Chemie, Straßburg i. E., 1888.
Foster, Dr B., Prof. der Medizin, Birmingham, 1866.
Frommel, Dr R., Prof der Gynäkologie. München, O.M. 1887, K.M. 1901.

Geitel, Dr. O., Prof der Physik, Wolfenbüttel, 1903.
Günther, Dr. S., Prof der Geographie, München, O.M. 1873, K.M. 1874.
Hadamard, Dr. J., Prof der Mathematik, Paris, 1899.
Hansen, Dr. A., Prof der Botanik, Gießen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hantzsch, Dr. A., Prof der Chemie, Leipzig 1901.
Heller, Dr. A., Prof. der path. Anatomie, Kiel, O.M. 1869, K.M. 1872.
Hertwig, Dr R., Prof. der Zoologie, München, 1889.
Hilbert, Dr. D., Prof. der Mathematik, Göttingen, 1899.
Horsley, Dr. V., Prof. der Chirurgie, F. R. S., London, 1901.
Hoyer, Dr H., Prof der Histologie und Entwicklungsgeschichte, Warschau, 1884.
Hubrecht, Dr A., Prof. der Zoologie, Utrecht, O.M. 1874, K.M. 1875.
Karrer, Dr F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Knoblauch, Dr O., Prof der Physik, München, O.M. 1889, K.M. 1896.
Knorr, Dr L., Prof. der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Kollmann, Dr. J., Prof. der Anatomie, Basel, 1897.
Kossel, Dr A., Prof. der Physiologie, Heidelberg, 1903.
Krause, Dr. W., Prof. der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries, Dr. J. v., Prof. der Physiologie, Freiburg i. Br., 1889.
Lépine, Dr. Prof der Medizin, Lyon, 1888.
Lieben, Dr. A., Prof. der Chemie, Wien, 1870.
Limpricht, Dr. H., Prof. der Chemie, Greifswald, 1856.
Luciani, Dr L., Prof. der Physiologie, Rom, 1895.
Lüroth, Dr. J., Prof. der Mathematik, Freiburg i. Br., 1883.
Marchand, Dr F., Prof. der path. Anatomie, Leipzig, 1896.
Meyer, Dr. E. v., Prof. der Chemie, Dresden, 1897.
Mosso, Dr. A., Prof. der Physiologie, Turin, 1895.
Munk, Dr. Herm., Prof. der Physiologie, Berlin, 1897.
Müller, Dr W., Prof d. path. Anatomie, Jena, O.M. 1856, K.M. 1861.
Nernst, Dr. W., Prof. der physikal. Chemie, Berlin, 1897.
Öbbeke, Dr K., Prof. der Mineralogie, München, O.M. 1887, K.M. 1896.
Orth, Dr. J., Prof. der path. Anatomie, Berlin 1897.
Ost, Dr H., Prof der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans, Dr. C. A. J. A., Prof. der Botanik, Amsterdam, 1861.
Planck, Dr. M., Prof. der Physik, Berlin, 1897.

Prym, Dr. F., Prof der Mathematik, Würzburg, 1883.
Radlkofer, Dr L., Prof der Botanik, München, 1901.
Raymond, Dr F., Prof., Médecin de la Salpêtrière, Paris, 1895.
Röhring, Oberstabsarzt a. D., Nürnberg, O.M. 1886, K.M. 1896.
Sarasin, Dr Ed., Grand Saconnet, Genf, 1896.
Schmidt, Dr G. C., Prof. der Physik, Königsberg i. Pr., O.M. 1893, K.M. 1900.
Schwalbe, Dr G., Prof. der Anatomie, Straßburg i. E., 1886.
Schweinfurth, Dr G., Kairo, 1865
Segre, Dr C., Prof der Mathematik, Turin, 1901.
Simon, Dr H. Th., Prof. der Physik, Göttingen, O.M. 1894, K.M. 1899.
Steiner, Dr. J., Prof, prakt. Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Stintzing, Dr. R., Prof der Medizin, Jena, 1899.
Tafel, Dr. J., Prof. der Chemie, Würzburg, O.M. 1884, K.M. 1902.
Thiele, Dr J., Prof. der Chemie, Straßburg i. E., 1897.
Uhthoff, Dr W., Prof. der Augenheilkunde, Breslau, 1899.
Ullrich, Dr. H., Direktor der Irrenanstalt Kaufbeuren und Irsee, O.M. 1874, K.M. 1888.
Vongerichten, Dr. E., Prof. der Chemie, Jena, O.M. 1873, K.M. 1883.
Wegscheider, Dr R., Prof. der Chemie, Wien, 1902.
Weyl, Dr. Th., Privatdozent, Berlin-Charlottenburg, O.M. 1879, K.M. 1883.
Wiedersheim, Dr. R., Prof. der Anatomie, Freiburg i. Br, 1899.
Wislicenus, Dr W., Prof. der Chemie, Tübingen, 1897.
Zuntz, Dr. N., Prof. der Physiologie, Berlin, 1897.

Die Gesellschaft verlor durch den Tod ihre korrespondierenden Mitglieder G. Bauer, W. Königs.

Vorstand.

Vom 7. Mai 1905 an bestand der Vorstand aus den Herren
Busch, M., I. Direktor,
Schulz, O., II. Direktor,
Spuler, A., I. Sekretär,
Wehnelt, A., II. Sekretär,
Brommer, M., Kassier.

Am 16. Mai 1906 wurde an Stelle des verstorbenen Herrn M. Brommer Herr Limpach zum Kassier, am 14. November 1906 für den nach Berlin übersiedelnden Herrn A Wehnelt Herr A. Gutbier zum II. Sekretär gewählt.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit denen die Sozietät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe des Jahres 1906 hinzugetreten:

Berkeley: University of California.
Neapel: Il Tommasi. Giornale di Biologia e di Medicina.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direkt an die Physikalisch-medizinische Sozietät in Erlangen richten, die, sofern nicht **besondere** Empfangsanzeige **verlangt** wird, für eingegangene Schriften **nur** in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichnis

der vom 1. Januar bis 31. Dezember 1906 eingelaufenen Druckschriften.

A. Im Tauschverkehr.

Amsterdam, Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Jaarboek 1905. — Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en natuurk. Afd. 14, 1. 2. Afd. Letterkunde 7, 1906. — Certamina poeseos latinae 1906.

Arcachon, Société scientifique et station zoologique: Travaux 8, 1904—05.

Augsburg, Naturhistorischer Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht.

Aussig, Naturwissenschaftlicher Verein: Bericht.

Baltimore, American Chemical Journal 34 (1905), Nr. 3—6. 35 (1906), Nr. 1—6.

— Johns Hopkins University, Biological Laboratory: Memoirs. — Circular.

Bamberg, Naturforschende Gesellschaft: Bericht.

Basel, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen.

Batavia, Natuurkundig Vereeniging in Nederl.-Indïe: Tijdschrift 65.

Bautzen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte und Abhandlungen 1902—05.

Bergen, Bergens Museum: Aarbog 1905, 3. 1906, 1. 2. — Aarsberetning for 1905. — Sars, G. O.: An Account of the Crustacea of Norway V, 11—16. — Meeresfauna von Bergen 2.3.

Berkeley, University of California: Announcement of Publications 1905.

Berlin, Akademie der Wissenschaften: Sitzungsberichte 1906, Nr. 1—53.

— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg: Verhandlungen 47 (1905).

Berlin, Deutsche chem. Gesellschaft: Berichte 38 (1905), Nr. 18. 39 (1906), Nr. 1—18.
— Geol. Landesanstalt und Bergakademie: Jahrbuch.
— Verein für innere Medizin: Verhandlungen.
— Medizinische Gesellschaft: Verhandlungen 36 (1906).
— Gesellschaft naturforschender Freunde: Sitzungsberichte 1905.
— Deutsche Physikalische Gesellschaft: Berichte 4 (1906), Nr. 1—23; enthaltend: Verhandlungen 8, 1906, Nr. 1—23. und Literaturverzeichnis 5, 1906, Nr. 1—23.
Bern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 1591—1608.
Bonn, Naturhistorischer Verein für die preußischen Rheinlande und Westfalen: Verhandlungen 62, 2. 63, 1. — Sitzungsberichte 1905, Nr. 2. 1906, Nr. 1.
Bordeaux, Société des Sciences physiques et naturelles: Mémoires. — Observations plumométriques et thermométriques. — Procès-verbaux 1904/05.
Boston, American Academy of Arts and Sciences: Proceedings 41, Nr. 14—35. 42, Nr. 4—13.
— Society of Natural History: Proceedings 32 (1904), Nr. 3—12. 33 (1906), Nr. 1. 2.
Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Jahresbericht 1903—05.
Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein: Abhandlungen XVIII, 2.
Breslau, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur: Jahresbericht.
Brooklyn, The Museum of the Brooklyn Institute of Arts and Sciences. Science Bulletin I, 7. 8. — Memoirs of natural sciences.
Brünn, Naturforschender Verein: Verhandlungen 48 (1904). — Bericht der meteorologischen Kommission 23 (1903).
Brüssel, Académie Royale de Médecine de Belgique: Bulletin Sér. IV, 19 (1905), Nr. 11. 20 (1906), Nr. 1—10.
— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Annuaire 1906. — Mémoires de la Classe des Sciences in 8°: 1 (1904), Nr. 3—8. — Bulletin 1905, Nr. 12. 1906, Nr. 1—10.
— Société Entomologique de Belgique: Annales 49 (1905).
— Société Royale de Botanique de Belgique: Bulletin 42 (1904/05), Nr. 3.
— Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie
— 19 (1905). 20 (1906), Nr. 1. 2.
Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn — Értekezések a természettudományok köreböl. — Értekezések a mathematikai tudományok köreböl. — Mathematikai és természettudományi Értesitö 23 (1905), Nr. 3—5. 24 (1906), Nr. 1. 2. — Rapport 1905.
Buenos Aires, Museo Nacional: Anales Ser. III, t. 5. — Comunicaciones,

Buenos Aires, Ministerio de agricultura. Sección de zootecnia, bacteriologia, veterinaria y zoologia: Anales.

— Deutsche Akademische Vereinigung: Veröffentlichungen.

Bukarest, Societatii de Sciinte Fizice: Buletinul 14 (1905), Nr. 6. 15 (1906), Nr. 1. 3. 4.

Cambridge (Engl.), Philosophical Society: Proceedings 13, 4—6.

— (Mass.), Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin 49 (1905), Nr. 3. 4. 50 (1906), Nr. 1—5. — Report 1905/06.

Chemnitz, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht.

Cherbourg, Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques: Mémoires.

Christiania, Kgl. Universität: Norges officielle Statistik.

Chur, Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht 48.

Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina: Boletin 18, 2.

Danzig, Naturforschende Gesellschaft: Schriften 11 (1904), Nr. 4.

Dorpat siehe Jurjew.

Dresden, Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Jahresbericht.

— Naturwissenschaftl. Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte 1905: Juli—Dez. 1906: Jan.—Juni.

Dublin, Royal Dublin Society: The economic Proceedings I, 7. 8. — The scientific Proceedings XI, 6—12. — Transactions IX, 2. 3.

— Royal Irish Academy: Proceedings Sect. A vol. 26, 1. Sect. B vol. 26, 1—6. — Transactions. Sect. A 33, 1. Sect. B 33. 1. 2.

Dürkheim, Pollichia: Mitteilungen. — Festschrift z. Feier des 80. Geburtstages S. Exz. des Herrn Dr. Georg v. Neumayer, Dürkheim 1906.

Edinburgh, Royal College of Physicians: Reports from the laboratory.

— Botanical Society: Transactions XXIII, Nr. 2.

— Physical Society: Proceedings.

— Royal Society: Proceedings 24, 25, 1. 2. 26, 1—5. — Transactions 40, 3. 4. 41, 1. 2. 43.

Elberfeld, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht 11. — Beilage zu Heft 11: Bericht über die Tätigkeit des chem. Untersuchungsamtes der Stadt Elberfeld für 1905. Erstattet von J. Heckmann u. A. Lauffs. Elberf. 1906.

Emden, Naturforsch. Gesellschaft: Jahresbericht 89. — Schriften.

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Bollettino delle pubblicazioni italiane Nr. 57—73.

— Istituto di Studi Superiori: Pubblicazioni. — Sezione di med. e chirurg. — Sez. di scienze fis. e naturali.

— Società Botanica Italiana: Bullettino.

Frankfurt a. M., Ärztlicher Verein: Jahresbericht über die Verwaltung des Medizinalwesens, die Krankenanstalten und die öffent-

lichen Gesundheitsverhältnisse der Stadt Frankfurt a. M. — Tabellarische Übersichten betreffend den Zivilstand der Stadt Frankfurt a. M.

Frankfurt a.M., Senckenbergische Naturforsch. Gesellschaft: Bericht 1906. — Abhandlungen. 27, 2. 30, 1. 2.

— Physikalischer Verein: Jahresbericht 1904/05.

Frankfurt a. O., Naturwissenschaftlicher Verein: Helios. Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften 23 (1906). — Societatum Litterae.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 17 (1906).

Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft: Berichte XVI.

Fulda, Verein f. Naturkunde: Bericht.

St. Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Jahrbuch: 1904. 1905.

Genf, Société de Physique et d'Histoire Naturelle: Compte rendu 22 (1905).

Gent, Kruidkundig Genootschap Dodonaea: Jaarboek.

Genua, Accademia Medica: Bollettino.

— Museo Civico di Storia Naturale: Annali.

Gießen, Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Bericht.

Görlitz, Naturforschende Gesellschaft: Abhandlungen 25 (1906), 1.

Göteborg, Kgl. Vetenskaps- och Vitterhetssamhälle: Handlingar.

Göttingen, Gesellsch. der Wissenschaften: Nachrichten, Math.-phys. Kl. 1906, Nr. 1—5. — Geschäftliche Mitteilungen 1906, Nr. 1.

Graz, Verein der Ärzte in Steiermark: Mitteilungen 43 (1906), Nr. 2—12.

— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: Mitteilungen 1905.

Greifswald, Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen: Mitteilungen.

Haarlem, Musée Teyler: Archives Sér. II, Vol. 10, Nr. 1—3.

Halifax, New Scotian Institute of Science: Proceedings and Transactions

Halle a. S., Kaiserl. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher: Leopoldina 42 (1906), Nr. 1—12.

— Naturforschende Gesellschaft: Bericht.

— Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften 78, Nr. 1—5.

Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg-Altona: Verhandlungen III. Folge, 13. — Abhandlungen.

— Verein für naturwissenschaftl. Unterhaltung: Verhandlungen.

Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde: Bericht.

Hannover, Naturhistorische Gesellschaft: Jahresbericht. 1899/1900 bis 1903/04.

Heidelberg, Naturhistorisch-Medizinischer Verein: Verhandlungen N. F. VIII, 2.

Helsingfors, Societas pro Fauna et Flora Fennica: Acta. — Meddelanden 31. 32. — Herbarium Musei Fennici Meddelanden.

— Societas Scientarum Fennica: Acta. — Bidrag till kännedom

of Finlands Natur och Folk 63. — Öfversigt 47 (1904/05). — Observat. publiées par l'Institut météorlogique central. — Observations météorol. p. p. l'Institut météorol. central 1895—96.

Helsingfors, Société Finlandaise de géographie: Meddelanden 7 (1904—06).

Jekaterinburg, Société Ouralienne de Médecine: Mémoires 11—14.

Innsbruck, Naturwissenschaftlich-Medizin. Verein: Berichte 29 (1903/05).

Jurjew, Naturforschende Gesellschaft: Archiv für die Naturkunde Liv., Esth- u. Kurlands. Ser. II, 13, 1. — Sitzungsberichte XIV, 1.2 m. Nachtrag XV, 1. Generalreg. z. III—XIV. Schriften 16. 17.

Karlsruhe, Naturwissenschaftlicher Verein: Verhandlungen 19.

Kasan, Société Physico-Mathématique: Bulletin Ser. II, T. 15, 2.

Kassel, Verein für Naturkunde: Abhandlungen und Berichte 50.

Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein in Schleswig-Holstein: Schriften.

Kiew, Société des Naturalistes: Mémoires.

Klausenburg (Kolozsvár), Siebenbürgischer Museumsverein: Sitzungsberichte Abt. I, 26, 2. 3. 27, 1—3. II, 27, 1—3.

Königsberg i. Pr., Physikalisch-Ökonomische Gesellschaft: Schriften 46 (1905).

Kopenhagen, K. Danske Videnscabernes Selskab: Oversigt 1905, Nr. 6. 1906, Nr. 1—5.

— Naturhistorisk Forening: Meddelelser 1906.

— Medicinske Selskab: Forhandlinger 1905/06.

La Haye, Société Hollandaise des Sciences: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles Sér. II. 11, Nr. 1—5. m. Progr. 1906.

Lancaster & New-York, American Mathematical Society: Bulletin Sér. 2 vol. XII, 5—10. XIII, 1—4. Register 1906.

Landshut, Botanischer Verein: Bericht.

La Plata, Facultad de Agronomia y Veterinaria: Revista Epoca II, 2, Nr. 1—2. 4—6. Tomo II, Nr. 1—3.

Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Naturelles: Bulletin 154—156. — Procès-verb. zu vol. 42. pag. I—LXV. — Observations météorologisques faites à la Station météorologique du Champ de-l'Air. Institute agricole de Lausanne 1905.

Lawrence, Kansas University: Science Bulletin III, 1—10.

Leipzig, Jablonowskische Gesellschaft: Jahresbericht.

— Naturforschende Gesellschaft: Sitzungsberichte 32.

— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-Physikal. Klasse: Berichte 1905, Nr. 5. 6. 1906, Nr. 1—5.

— Medizinische Gesellschaft: Berichte. — Verhandlungen 1905.

Linz, Museum Francisco-Carolinum: Jahresbericht 64, 1906 nebst den Beiträgen zur Landeskunde von Österreich o. d. Enns. Liefrg. 58.

London, Nature Nr. 1892—1945.

London, Mathematical Society: Proceedings Ser. II. vol. IV, 1—6. — List of Members 1905/06. 1906/07.
— Royal Society: Proceedings Series A: 514—526. Series B: 514—527. — Transactions Ser. A, vol. 205, p. 1—525. vol. 206, p. 1—507. Ser. B, vol. 198, p. 143—505. vol. 199, p. 1—29. — List of Members. — Year-Book. — Record. — Reports to the Malaria Committee. — Reports to the Evolution Committee. — Obituary notices of fellows of the Royal Soc. — Reports of the Sleeping Sickness Commission.
Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg: Jahreshefte.
Lüttich, Société Royale des Sciences de Liége: Mémoires 6.
Luxenburg, Institut Grand Ducal, Section des Sciences natur., phys. et mathém.: Publications. — Archives trimestrielles 1906, 1. 2.
— Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg: Recueil XVI, 1902—03.
Luzern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen.
Madison (Wisc.), Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters: Transactions.
— Wisconsin Geological and Natural History Survey: Bulletin.
Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht und Abhandlungen.
Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti 38 (1905), Nr. 17—20. 39 (1906), Nr. 1—16.
— Società Italiana di Scienze Naturali: Atti 44, 4. 45, 1. 2. — Memorie. — Elenco dei soci Istituti scientifici correspondenti. Indice generale. 1906.
Manchester, The Manchester Literary & Philosophical Society: Memoirs and proceedings 50 (1905/06), Nr. 2. 3. 51 (1906/07), Nr. 1.
Marburg, Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften: Sitzungsberichte 1905.
Marseille, Faculté des Sciences: Annales XV.
Melbourne, Royal Geographical Society of Australasia: Transactions.
Meriden, Scientific Association: Transactions.
Mexico, Instituto geológico de México: Boletin 21. — Parergones I, Nr. 9—10.
Milwaukee (Wisc.), Public Museum of the City: Report 24 (1905/06).
— Natural History Society: Bulletin 4 (1906), Nr. 1—3.
Minneapolis, Geological and Natural Survey of Minnesota: Bulletin. — Report.
Missoula (Montana): Bulletin of the University of Montana. Biological Ser. 10. 11. 12. — Geological Ser. — Annual Report 1904/05. — Announcement for 1906. — Register.
Montevideo, Museo Nacional: Anales II, 2. — Sección histórico filosófica II, 1.
Moskau, Société Impériale des Naturalistes: Bulletin 1905, Nr. 1—3.

München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie: Sitzungsberichte.
— Ärztlicher Verein: Sitzungsberichte 15 (1905).
— Wochenschrift für Tierheilkunde und Viehzucht.
— Deutsche Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte: Korrespondenzblatt 36 (1905), Nr. 11—12. 37 (1906), Nr. 1—12.
— Ornithologischer Verein: Verhandlungen der Ornitholog. Gesellschaft in Bayern.
Münster i. W., Westfäl. Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst: Jahresbericht.
Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli): Rendiconto 44 (Ser. III. vol. 11), Nr. 8—12. 45 (Ser. IIIa vol. 12), Nr. 1—8.
— Annali di Nevrologia 23 (1905), Nr. 6. 24 (1906), Nr. 1—4
— Zoologische Station: Mitteilungen 17, Nr. 4. 18, Nr. 1.
— Il Tommasi. Giornale di Biologia e di Medicina 1 (1905), Nr. 1—9. 11. 12. 15. 16. 18. 21. 32. 34.
Neuchâtel: Société des Sciences Naturelles: Bulletin 31 (1902/03). 32 (1903/04).
New York, Academy of Sciences: Annals. — Memoirs. — Transactions.
— siehe Lancaster.
Nürnberg, Medizinische Gesellschaft u. Poliklinik: Jahresbericht 1905. — Sitzungsberichte 1905.
— Naturhistorische Gesellschaft: Abhandlungen XV, 3.
— Ärztlicher Lokalverein: Sitzungsberichte 1905.
— Germanisches Nationalmuseum: Anzeiger. — Mitteilungen.
Odessa, Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie: Mémoires 28. 29.
Offenbach, Verein für Naturkunde: Bericht.
Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht.
Palermo, Circolo Matematico: Annuario 1906. — Rendiconti 21. 22. Suppl. 1906, 1. 3. 6.
Paris, Société de Biologie: Comptes rendus et Mémoires 1906, Nr. 4—39.
— Société Linnéenne Bulletin.
— Société Zoologique de France: Bulletin 30.
— Société Française de Physique: Ordre du jour Nr. 239—253. — Bulletin 1905: 4. 1906: 1. 2. — Collection de mémoires relat. à la physique 1. 2.
Passau, Naturhistorischer Verein: Bericht.
Perugia, Università, Facoltà di medicina: Annali Ser. III, vol. 4, 1—4.
Petersburg, Académie des Sciences: Bulletin XXI.
— Hortus Petropolitanus: Acta 25, 1. 26. 1.
— Hortus Universitatis: Scripta. Tom. 1, 1. 2. 2, 1. 2. 3. 3, 1. 2. 3. 4, 2. Fasc. 11. 14. 18. 22. 23. — Otčet 1905. — Obozrěnie prepodavanija nauk v imper. S.-Peterb. Univ. 1906/07.

Petersburg, Société des Naturalistes: Section de Botanique, Bulletin. — Comptes rendus 1905, Nr. 8. 1906, Nr. 1—6. Travaux 34 (1905), 3. 35 (1906), 3, 1—3. — Section de Géologie et de Minéralogie, Travaux — Section de Zoologie et de Physiologie, Travaux 36, 2. 37, 4.

— Société physico-chimique russe: Journal 37 (1905), Nr. 9. 38 (1906), Nr. 1. 7. — Protokoly 1906, Nr. 1—5.

Philadelphia, Academy of Natural Sciences: Proceedings 1905, Nr. 3. 1906, Nr. 1. 2.

— College of Physicians: Transactions. Ser. 3, vol. 27. — Summary of the Annual Report of the library committee for 1905. — Fisher, Charles Perry: Proposed regulation of the practice of medicine and surgery in Pennsylvania in the eighteenth century. (Repr. from Medical Library and Historical Journal, April 1905).

— Wagner Free Institute of Science: Transactions.

— American Philosophical Society: Proceedings 181—183.

Pisa, Scuola Normale Superiore (Scienze Fisiche e Matematiche): Annali.

Prag, Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften: Jahresbericht 1905. — Sitzungsberichte (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse) 1905. — Kostlivý, Stanislav: Untersuchungen üb. die klimat. Verhältnisse von Beirut, Syrien.

— Lese- und Redehalle der deutschen Studenten: Bericht.

— Deutscher naturwissenschaftlich-medizinischer Verein für Böhmen „Lotos": Sitzungsberichte. N. F. 25, 1905.

Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Berichte 10 m. 1 Beil.

Riga, Naturforscher-Verein: Korrespondenzblatt 48. — Arbeiten.

Rio de Janeiro, Museu Nacional: Archivos XII, 1903.

Rochester, Academy of Sciences: Proceedings vol. IV, p. 149—231.

Rom, Accademia dei Lincei: Rendiconti (Classe di Scienze fisiche etc.) XIV, Sem. II, Nr. 1—12. XV, Sem. I, Nr. 1—12. Sem. II, Nr. 1—12. — Rendiconto dell' adunanza solenne 1906.

— Accademia Medica: Bullettino.

— Gazzetta Chimica Italiana 36 (1906), I, Nr. 1—4. II, Nr. 1—4.

St. Louis, Missouri Botanical Garden: Report.

Salem, Essex Institute: Naturalist. — Bulletin.

San Francisco, California Academy of Sciences: Proceedings.

Santiago (Chile), Société Scientifique du Chile: Actes 15 (1905), Nr. 1. 2.

— Deutscher Wissenschaftlicher Verein: Verhandlungen.

Stockholm, Svenska Vetenskaps-Akademie: Handlingar 39 (1905), Nr. 6. 40 (1906), Nr. 1—5. 41 (1906), Nr. 1—3. 5—7. 42 (1906), Nr. 1. — Entomologiska Förening: Tidskrift 26. 27. — Arkiv för Botanik 5. 6, 1—2. — Arkiv für Matematik, Astro-

nomi och Fysik. 2, 3. 4. 3, 1. — Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi 2, 2. 3. — Arkiv för Zoologi 2, 4. 3, 1. 2. — Årsbok 1905. 1906. — Meddelanden från K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut Bd. I, Nr. 2—6.

Straßburg, Gesellschaft der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unterelsaß: Monatsberichte

Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahresheft 62 mit Beilage.

Thorn, Coppernicus-Verein für Wissenschaft u. Kunst: Mitteilungen. — Jahresbericht.

Tokio, Medizinische Fakultät der Kaiserl. Japanischen Universität: Mitteilungen VI, 4.

Toulouse, Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres: Mémoires X, 5. — Bulletin.

Triest, Museo Civico di Storia Naturale: Atti.

— Società Adriatica di Scienze Naturali: Bollettino.

Tufts College (Mass.): Studies II, 1. 2.

Turin, R. Accademia delle Scienze (Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali): Atti 41, Nr. 1—15 & Reg. zu 31—40. — Memorie Ser. II, Vol. 56. — Osservazioni Meteorologiche 1905—06.

Ulm, Verein für Mathematik und Naturwissenschaften: Jahreshefte 12.

Upsala, Läkareförening: Förhandlingar N. F. XI, Nr. 3—6. — Festskrift tillegnad Olof Hammarsten.

Utrecht, Provincial Utrechtsch Genootschap: Aanteekeningen 1906. — Verslag 1906.

Washington, National Academy of Sciences: Memoirs.

— Smithsonian Institution: Miscellaneous Collections. — Report 1597—1604. 1607—1613. 1630. 1631. 1645. 1648. — Bulletin of the Philosoph. Society XIV, pag. 317—450.

— Library of the Surgeon Generals Office: Index-Catalogue XI, 1906.

— United States Geological Survey: Monographs. — Mineral Resources of the U. S. Calendar Year. — Water-Supply and irrigation Papers. — Bulletin. — Professional Paper — Report.

Wien, Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse): Sitzungsberichte. Abt. II^a: 114 (1905), Nr. 1—10. Abt. II^b: 114 (1905), Nr. 1—10. — Abt. III: 114 (1905), Nr. 1—10. — Anzeiger (1906), Nr. 1—27. — Mitteilungen d. prähistor. Komm. d. kais. Akad. d. Wiss. — Mitteilungen der Erdbeben-Kommission d. Kais. Akad. d. Wiss.

— Zoolog.-Botanische Gesellschaft: Verhandlungen.

— Naturhistorisches Hofmuseum: Annalen 20 (1905), Nr. 1—3.

— Geologische Reichsanstalt: Jahrbuch 56, Nr. 1—4. — Verhandlungen 1905, Nr. 13—18. 1906, Nr. 1—13.

Wien, Naturwissenschaftl. Verein an der Universität: Mitteilungen 1905, Nr. 4—8. 1906, Nr. 1—6.

— Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntn.: Schriften 46.

Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbücher 59 (1906).

Winterthur, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Mitteilungen 6 (1905/06).

Würzburg, Physikal.-Mediz. Gesellschaft: Sitzungsber. 1905, Nr. 1—9. — Verhandlg. 38, Nr. 1—12.

Zürich, Naturforschende Gesellschaft: Neujahrsblatt. — Vierteljahrschrift 50 (1905), Nr. 4. 51 (1906), Nr. 1.

Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht.

B. Als Geschenk.

Bokorny, Th.: Quantitative Wirkung der Gifte. (S.-A.)

Geitel, H.: Über die spontane Jonisierung der Luft und anderer Gase. (S.-A.)

Elster, J. u. Geitel, H.: Versuche über die Schirmwirkung des Steinsalzes gegen die allgemein auf der Erde verbreitete Becquerelstrahlung. (S.-A.)

Noble, Charles P.: Cancer of the Uterus. 1905. (S.-A.)

— —: Extrauterine pregnancy. 1905. (S.-A.)

— —: The treatment of retrodisplacements of the uterus. (S.-A.)

Report of the Kensington Hospital for Women: 22, 1905 (Gesch. von Charles P. Noble).

Sears, John Henry: The physical geography, geology, mineralogy and paleontology of Essex County, Massachusetts. Salem, Mass. 1905.

Arbeiten aus d. Patholog. Institut zu Berlin. Zur Feier der Vollendung der Instituts-Neubauten hrsg. von Johannes Orth. Berlin 1906.

Orth, Johannes: Bericht über d. Leichenhaus des Charite-Krankenhauses für 1904. (S.-A.)

— —: Das Pathologische Institut zu Berlin. 1906. S.-A.)

Elster, J., Geitel, H. u. Harms, F.: Luftelektrische u. photometrische Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsternis vom 30. Aug. 1905, in Palma '(Mallorca)'. 1906. (S.-A.)

Elster, J. u. Geitel, H.: Zwei Versuche über die Verminderung der Ionenbeweglichkeit im Nebel. (S.-A.)

Jahresbericht der Gewerbelehrlingschule zu Besztercze: 31, 1905—06,

Institute, Die physikalischen, der Universität Göttingen. Festschrift im Anschlusse an die Einweihung der Neubauten am 9. Dez. 1905. Hrsg. von d. Göttinger Vereinigung z. Förderung der angewandten Physik und Mathematik. Leipz. u. Berlin 1906.

Studies from the Rockefeller Institute for Medical Research. Reprints. III, 1905.

Noble, Charles P.: Overlapping the aponeuroses in closure of wounds of the abdominal wall. 1905. (S.-A.)

Branco, W.: Die Anwendung der Röntgenstrahlen in der Paläontologie. Aus d. Abhdlgen d. kgl. preuss. Ak. d. Wiss. 1906.

Noble, Charles P.: Nephrectomy followed by pregnancy and labor. 1906 (S.-A.)

— —: The relation of the technique of nurses and of hospital apparatus to the healing of wounds. 1906. (S.-A.)

— —: Myomectomy. 1906. (S.-A.)

Rules for nurses of the Kensington Hospital for Women. Philadelphia. 1905. (Gesch. von P. Charles Noble.)

Museum für Natur- und Heimatkunde zu Magdeburg. Abhandlungen u. Berichte I, 2. 3.

Bellevue and Allied Hospitals City of New York. Report IV, 1905. (Geschenk von S. T. Armstrong, M. D. General Medical Superintendent.)

Poeverlein, Hermann: Beiträge z. Kenntnis der bayer. Potentillen VII. (S.-A.)

Archives des sciences biologiques p. p. l'Institut impér. de médecine expériment à St. Pétersbourg 12 (1906), 1—3.

Bulletin officiel. XV. Congrès internat. de Médecine 1904, 7. 8.

Bulletin of the Ayer Clinical Laboratory of the Pennsylvania Hospital 3.

Kiseljak, M.: Grundlagen einer Zahlentheorie eines speziellen Systems von komplexen Grössen mit drei Einheiten. Bonn 1905.

Fick, Adolf: Ges. Schriften. Bd. IV. Würzb. 1905.

Poeverlein, Herm.: Beiträge z. Flora d. bayer. Pfalz. (S.-A.)

— —: Über den Formenkreis der Carlina vulgaris Linné (S.-A.)

Lucien-Graux: Proportionnalité directe entre le point cryoscopique d'une eau minérale et la composition de cette eau '(Loi Lucien-Graux)'. Paris 1906. (S.-A.)

Orth, Joh.: Die Entstehung u. Bekämpfung der Tuberkulose. (S.-A.)

— —: Relation of pathology to other sciences. 1905. (S.-A.)

— —: Die Morphologie der Krebse u. die parasitäre Theorie. (S.-A.)

— —: [Über Nierentuberkulose]. (S.-A.)

— —: Über Exsudatzellen im allgemeinen etc. (S.-A.)

— —: Ein Beitrag z. Kenntnis des Knochenkallus. (S.-A.)

Monographs, Cold Spring Harbor 6.

Proceedings of the Physical Society of London 20, 1—3.

Report, Missouri Botanical Garden 14, 1903.

Reports of the Commission for the investigation of mediterranean fever (Royal Soc. London) 4.

Results of the Swedish zoolog. Expedition to Egypt & White Nile 1901, Part 2.

Sitzungen.

Die physikalisch-medizinische Sozietät hielt vom 1. Januar bis 31. Dezember 1906 acht Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in dem nachstehenden Verzeichnis aufgeführt und größtenteils in den Abhandlungen und kurzen Mitteilungen dieses Bandes niedergelegt ist.

Verzeichnis der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 20. Januar 1906

im Hörsaal der medizinischen Klinik.

L. Hauck: Über den derzeitigen Stand der Frage nach dem Erreger der Lues.

Diskussion: Heim, Hauck, Spuler, Wiedemann, Hauser, Rosenthal.

Sitzung am 17. Februar 1906

im physikalischen Institut.

A. Wehnelt: Über den Austritt negativer Elektronen aus glühenden Metallverbindungen und damit zusammenhängende Erscheinungen.

Sitzung am 18. März 1906

im zoologischen Institut.

E. Zander: Über Tiefseefische.

Sitzung am 14. Mai 1906

im chemischen Institut.

K. Paal: 1. Synthesen eines gemischt-aromatischen Kohlenhydrates.
2. Über kolloidales Chlor- und Bromnatrium.

Diskussion: Jordis, K. Paal.

M. Busch: Über künstlichen Gummi und neuere Untersuchungen über natürlichen Gummi.

Diskussion: Spuler, Hauser, Schulz, Rosenthal, Busch.

Sitzung am 18. Juni 1906

im chemischen Institut.

F. Henrich: Über Versuche mit frischgeflossener Vesuvlava, ein Beitrag zur Kenntnis der Fumarolenbildung.

Diskussion: Schulz, Heim, Henrich.

A. Spuler: Über einen am Faultier parasitisch lebenden Schmetterling, Bradypodicola n. g. hahneli n. Sp.

Sitzung am 18. Juli 1906

im anatomischen Institut.

A. Spuler: Über das Weibchen von Heterogynis pennella.

Fr. Jamin: Über die Untersuchung der Lungen mit Röntgenstrahlen.

H. Merkel: Die Darstellung der Kranzarterien des Herzens und die Beziehungen ihrer einzelnen Äste zueinander.

Diskussion: Hauser.

Sitzung am 14. November 1906

im pharmazeutisch-chemischen Institut.

F. Henrich: Über die Radioaktivität der wichtigsten deutschen Thermalquellen.

K. Paal: Über kolloidale Platinmetalle als Katalysatoren.

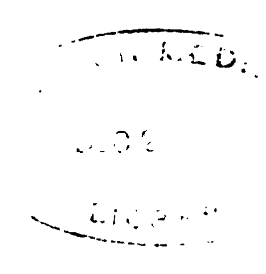
Diskussion: Weichardt, Fuchs, Schulz, Spuler, Busch, Noether, K. Paal.

Sitzung am 12. Dezember 1906

im physiologischen Institut.

R. F. Fuchs: Zur Physiologie der Pigmentzellen.

Diskussion: Hauser, Spuler, Wiedemann, Schulz, Paal, Fuchs.



Beiträge
zur Geschichte der Naturwissenschaften. VI.

Von Eilhard Wiedemann.

Zur Mechanik und Technik bei den Arabern[1]).

Auf den folgenden Seiten sollen einige Mitteilungen über die Kenntnisse der Araber auf dem Gebiet der Mechanik und der Technik gegeben werden. Sie behandeln die hierhergehörigen Fragen einmal als Zweigwissenschaften der Geometrie, ferner als *ʿIlm al Ḥijal*[2]), d. h. als Lehre von den sinnreichen Erfindungen; dabei ist unter dieser Lehre bald die Mechanik im weitesten Sinne des Wortes inkl. Kriegsmaschinen verstanden, oft aber auch nur die Lehre von der Pneumatik, in der die verschiedenen Heber, Zauberbecher etc. besprochen werden.

Die arabischen Kenntnisse gehen wenigstens in vielen Fällen auf griechische Quellen zurück. In der Lehre von den Maschinen (Hebel u. s. w.) haben sie ausgiebig die Schriften Herons studiert, in der Lehre von der Bewegung von Flüssigkeiten und Gasen haben ihnen die Pneumatik und die Automaten von *Heron* sowie die Pneumatik von *Philon*[3]) als Quelle gedient.

---

[1]) Die Inhaltsangabe findet sich am Schluß der Abhandlung.

[2]) Über diesen Ausdruck vgl. Beiträge III, S. 233 und IV, S. 389.

[3]) Wir werden die betreffenden Werke folgendermaßen zitieren:

Heron Dr(uckwerke) Herons Pneumatika in Heronis opera omnia ed. W. Schmidt, Bd. I, S. 1.

Heron Au(tomaten) ed. W. Schmidt ibid. Bd. I, S. 335.

Herons Mech(anik) ed. L. Nix und W. Schmidt ibid. Bd. II, S. 1.

Philon Dr(uckwerke) Philons Pneumatik ed. W. Schmidt ibid. Bd I, S. 458.

Philon Pn(eumatik) dasselbe nach C. de Vaux (arabisch u. französisch), Notices et extraits, Bd. 38, S. 27. 1903.

Zunächst sollen einige Angaben über die Nachrichten in biobibliographischen Werken sowie über sonstige Quellen zur Mechanik (bezw. Technik) der Araber mitgeteilt werden, daran schließt sich die Übersetzung eines Stückes in den *Mafâtîh al ʿUlûm* über die Mechanik an. Die in letzterem erwähnten Vorrichtungen und Instrumente sollen dabei ausführlich besprochen werden. Auch hierbei verdanke ich H. Prof. Jacob zahlreiche Winke.

I. Über arabische Literatur über Mechanik.

Die auf die Mechanik bezüglichen Abschnitte in den Enzyklopädien von *al Anṣârî* und *Ibn Sînâ* sind Beiträge V eingehend besprochen, dort ist auch das Nötige aus Ḥ. Chalfa sowie zahlreiche sachliche Bemerkungen beigefügt.

Der *Fihrist* enthält an mehreren Stellen hierhergehörige Notizen (vgl. Suter, Übersetzungen). Zunächst S. 269 u. 270, wo es heißt

Heron (vgl. dazu Beiträge III, S. 228 u. 251). Er schrieb: Werk über die Lösung von Zweifeln (Erklärung schwieriger Stellen) bei Euklid. Werk über den Gebrauch des Astrolab. Werk über das Heben (*Schîl*) der Lasten (sonst heißt es *Ǵarr*; vgl. Beiträge V und unten). Buch über die sinnreichen pneumatischen Anordnungen.

Mûriṭos[1]) oder *Mûrisṭos.* Zu seinen Werken[2]) gehören: Das Werk über die tönenden Instrumente, welche die trompetende

---

[1]) C. de Vaux will *Ariston* lesen, ein Name, der in der Pn. des Philon vorkommt.

[2]) Diese beiden Schriften sind handschriftlich in Konstantinopel vorhanden (Hagia Sofia no. 2755) unter den Titeln: Dies ist ein Brief an *Muristus* den Weisen, Konstruktion der trompetenden Orgel, und Dies ist ein Brief an *Muristus* den Weisen, Konstruktion der flötenden Orgel.

Hierher gehört wohl folgende Stelle aus dem Werk von der viereckigen und runden Gestalt von *al Ǵâḥiẓ* († 869) (vgl. Brockelmann Bd 1, S. 152), das G. van Vloten herausgegeben hat (Leyden 1903). Es heißt S. 141: Berichte mir, in welchem Verhältnis *Euklid* und *Mûrisṭos* zu *Pythagoras* und ihre Schüler zu seinen Schülern standen (wie weit sie von ihnen abstanden), und ob ihr nicht den *Euklid* vorzieht mit der Konstruktion der Laute (*Barbaṭ* = βάρβιτον) und den *Maʿâzif* (ein Saiteninstrument), und wie sich verhält *Arschachânus* (wohl Archimedes) zu *Mûrisṭos.*

Auf S. 142 ist noch einmal die Rede davon, ob die Laute von *Lamak*, *Raphael* oder *Euklid* hergestellt ist.

Orgel[1]) (*al Urġânun al bûqî*) und die flötende Orgel (*al zamarî*)

[1]) Die Orgel erwähnt *Ibn Sînâ* (vgl. Beitrag V, gegen Ende). Wir haben auch mehrere Beschreibungen der Orgel bei arabischen Schriftstellern.

In den *Mafâtîḥ* (S, 236) heißt es bei den Musikinstrumenten:

Al Urġânûn ist ein Instrument der Griechen und Rumäer. Man stellt es aus 3 großen Schläuchen aus Büffelhäuten her, von denen der eine dem andern fest angefügt ist. Auf das Ende des mittleren Schlauches wird ein großer Schlauch befestigt, dann werden auf diesem Schlauch Röhren (*Anbûb*) aus Messing angebracht, die Löcher auf Grund bekannter Verhältnisse haben. Aus ihnen treten Töne heraus, schöne, Freude und Trauer erregende, wie es der sie verwendende will.

Eine andere Beschreibung gibt *Ibn Rosteh* (ca. 920 n. Chr.) S. 123 gelegentlich der Schilderung von Konstantinopel. Im Anschluß an einen Bericht von *Hârûn Ibn Jaḥjà*. „Dann bringen sie etwas, was man *al Urqanâ* (*τὰ ὄργανα*) nennt. Es ist ein aus viereckigem Holz gefertigtes Ding nach Art der Presse (*Misʿar*) *a*). Diese Presse wird mit einem festen Leder umhüllt. Dann setzt man auf sie 60 Röhren aus Messing. Die oberen Teile dieser Röhren sind bis zur Hälfte nach oben mit Gold verhüllt, so daß nur wenig von ihnen zu sehen ist, entsprechend der Annäherung an ihr Maß *β*), indem eine immer länger ist als die andere. Auf der Seite dieses viereckigen Dinges befindet sich ein Loch, in das sie einen Blasebalg (*Minfaḥ*) wie den Blasebalg (*Kûr*) der Schmiede (*Ḥaddâd*) einsetzen. Und sie brachten drei Kreuze, zwei von ihnen legten sie auf seine Enden und eines auf die Mitte, dann treten sie diesen Blasbalg mit den Füßen, und der Herr *γ*) trat herzu und zählte (*ḥasaba*) *δ*) auf diesen Röhren. Dann klingt jede Röhre in einer Tonart (*Ḥâl*) entsprechend dem, was er von der Melodie gezählt hat.

Die Alten benutzten wohl vor allem Orgeln, die durch gewöhnliche Blasebälge angeblasen wurden, wie aus Stellen bei Augustinus, Isidorus, Cassiodorus hervorgeht; vgl. Protestantische Realenzyklopädie, Bd. 14, S. 428, 1904. Abbildungen von pneumatischen Orgeln aus dem Altertum

a) Eine Abbildung einer solchen Presse findet sich in Herons Mech. S. 242; vgl. auch w. u. bei der Übersetzung der *Mafâtîḥ*.

β) An dieser Stelle, meint der Herausgeber J. de Goeje, fehle wohl etwas; sie bedeutet wohl, daß die Pfeifen durch ein oben schräg abgeschnittenes Goldblech verdeckt sind, so daß von jeder nur der oberste Teil zu sehen ist.

γ) Diesem „Herren" entsprechen wohl die *Ὀργανάριοι*, die von Konstantin Porphyrogenitus erwähnt werden (de ceremoniis Aulae Byz. lib. 1, S. 14; vgl. auch den Kommentar von Reiske, S. 92. — Die Orgel wird in dem ersteren Werk auch S. 287 erwähnt).

δ) Das Wort bedeutet wohl, daß er die Tasten abzählt, um die richtige zu finden, wir können etwa mit „greifen" oder „abfingern" übersetzen.

heißen. Buch über eine tönende Vorrichtung, die man 60 Meilen[1] hört[2]).

Harqal der Zimmermann schrieb ein Werk über die Räder (*Dawâ'ir*) und die Wasserräder (*Daulâb*)[3]).

An einer anderen Stelle (S. 285) erwähnt der Fihrist neben anderen Werken auch die obigen Schriften. Es heißt dort:

Titel der Bücher, welche über die Bewegungen (*Ḥarakât*) verfaßt sind: Werk über die Konstruktion der Instrumente,

---

bezw. Mittelalter, bei denen von Männern Blasebälge an einer Orgel entweder mit Füßen getreten oder mit der Hand bewegt werden, während ein Spieler am Klavier sitzt, finden sich in dem Werke von Wangemann (Geschichte der Orgel. Demnin 1881); vgl. auch Degerin, Die Orgel, ihre Erfindung und ihre Geschichte bis zur Karolingerzeit. Münster 1905.

Von Orgeln in kaiserlichen Palästen in Byzanz wird mehrfach berichtet (vgl. z. B. Labarte, Le palais impérial, S. 159, 189, 190. Paris 1859).

Neben den oben erwähnten Orgeln spielt die Wasserorgel eine große Rolle. Die Literatur über dieselbe ist sehr vollkommen zusammengestellt in Heronis opera omnia Bd. 1. S. 36 ff.; beschrieben sind die Wind- und Wasserorgel S. 193, 203, 499. — Dabei ist aber zu beachten, daß im ersten Fall eine Windmühle die Bewegung eines Kolbens in einem Stiefel und dadurch die Erzeugung des Luftdruckes hervorruft, im anderen Fall das Wasser nur als Sperrflüssigkeit bei einem Windkessel dient. Eine sehr ausführliche Beschreibung mit Abbildungen, die aber nicht nach jeder Richtung als richtig anerkannt ist, findet sich in Baumeisters Denkmäler des klassischen Altertums Bd. 1, S. 563; vgl. auch Friedländer, Sittengeschichte, 5. Aufl., Bd. 3, S. 298 u. 311. 1881 und Degering (s. oben).

Als Erfinder der Wasserorgel bezeichnet wohl irrtümlich Tertullian de anima c. 14, p. 1017 den Archimedes, Vitruv und Plinius den Ktesibius.

Nach Philon (vgl. Wendland, Philons Schrift über die Vorsehung, S. 14. Berlin 1892) „zeugen die Kunstwerke für ihren Schöpfer, so die Wasserorgel und die Sonnenuhr".

Von *Jaḥjà Ibn Ismâ'il al Andalusî al Bajâsî*, einem Mathematiker und Mediziner (*Ibn Abî U.* Bd. 2, S. 163. Suter, Math. 127), wird uns berichtet, daß er eine Orgel konstruierte und das Spiel auf ihr veränderte. Er wird auch als Konstrukteur von geometrischen Apparaten erwähnt.

[1]) Daß die Byzantiner Mechaniker sich mit der Konstruktion starktönender Instrumente beschäftigt haben, zeigt eine Angabe über Anthemius (Agathias historiarum V, cap. 8).

[2]) Der Fihrist erwähnt noch von einem sonst ganz unbekannten *Sâ'âṭus* das Werk über das schreiende Glöckchen.

[3]) Ein Werk mit dem ähnlichem Titel: Werk „über die Räder, die sich von selbst bewegen" ist in Oxford (Nr. 954 Marsh 669) und in Konstantinopel (a. a. O.).

welche Kugeln (*Banâdiq*) schleudern, von *Archimedes*[1]). Werk über die Räder und Wasserräder von *Harqal*, dem Zimmermann. Werk über die sich selbst bewegenden Dinge von *Heron*[2]). Werk über das Instrument der trompetenden Flöte. Werk über die blähende Flöte (*al Zamr al rîḥi*). Werk über die Wasserräder von *Mûri!os*. Werk über die Orgel. Werk über die *Ḥijal* von den *Benû* (den Söhnen des) *Mûsà*, den Astronomen. Es enthält eine Menge von Bewegungen[3]).

Von Werken, die uns noch arabisch erhalten sind, oder die wir eventuell nur dem Titel nach kennen, seien folgende erwähnt

1. *Herons* Mechanik (βαρουλκος)[4]). Ihr arabischer, von Nix nicht ganz übersetzter Titel lautet: Werk des *Heron* über das Heben (*Rafʿ*) der schweren Dinge. Seine Übersetzung aus dem Griechischen in das Arabische befahl *Abu'l ʿAbbâs Aḥmed Ibn al Muʿtaṣim* (Chalif 833—842); es übersetzte es *Qustâ Ibn Lûqâ* aus *Baalbek*.

2. *Philon* Pneumatik (vgl. Beiträge III, S. 233 und oben

[1]) Es dürfte dies wohl sein Werk über die Uhr sein.

[2]) Darunter sind die Automaten und ähnliches zu verstehen; vgl. w. u.

[3]) Die obige Übersetzung weicht etwas von der von Suter gegebenen ab. Der *Fihrist* führt weiter unter den Werken über Waffen etc. S. 315 an: Werk über die Anwendung des Feuers und der Naphta und der Spritzen (*Zurrâqa*) in den Kriegen, ferner Werk über die Kriegsmaschinen (*Dabbâba*), *Manǵaniqa* a) (hier wie auch sonst oft als Feminin benutzt), die Kriegslisten und die Überlistungsversuche. Ich sah es in der Handschrift von *Ibn Chafif*.

Unter den Werken über Taschenspielerei, die der *Fihrist* (S. 312) aufzählt, findet sich keines, dessen Titel auf physikalischen Inhalt schließen läßt, da Schwerter etc. verschlingen, Seife und Glas essen und die dabei benutzten Listen ohne naturwissenschaftliches Interesse ist.

[4]) Der arabische Text ist zuerst mit französischer Übersetzung herausgegeben von C. de Vaux, J. asiat. (9) Bd. 1, S. 387 und Bd. 2, S. 152 u. 427. 1893 und noch einmal besonders Paris 1894. Dann unter Benutzung von einer größeren Anzahl von Texten und mit einer sehr eingehenden Einleitung von L. Nix und W. Schmidt a. a. O. Von einer nicht mehr erhaltenen lateinischen Übersetzung von Golius hat Brugmans in Comm. soc. Gött., Bd. 7, S. 77 das erste Kapitel mitgeteilt.

Über diese Schrift ist Beiträge V ausführlich gehandelt.

a) *Dabbâba* sind Belagerungstürme u. s. f., *Manǵaniqa* Wurfmaschinen; vgl. w. u.

S. 1). Bei Carra de Vaux finden sich auch die verschiedenen Verweise. — Bemerkt sei, daß die Oxforder Handschrift (nach Katalog Bd. 2, S. 603) auch den Titel hat: *Maǵmû 'Alât wa Ḥijal* (Gesamtheit der Instrumente und *Ḥijal*). Dem ist beigefügt: Das ist, was *Heron* aus dem Werk der Griechen *Philon* und *Archimedes* herausgebracht hat.

3. *Mûrisṭos*, dessen Schriften über Musikinstrumente vgl. oben.

4. *Benû Mûsà*. Das Werk *Fi-l Ḥijal* (vgl. Beiträge III, S. 233) handelt nach der Berliner und der Gothaer Handschrift über pneumatische Kunststücke. Dies Werk schreibt von den drei Brüdern der Fihrist dem *Aḥmad* allein zu, *Ibn al Qifṭî* allen dreien zu, indes betont er, daß *Aḥmad* auf diesem Gebiet besonders hervorgeragt habe (vgl. die Anm.). Ob die *Benû Mûsà* noch eine Mechanik in unserem Sinne geschrieben haben, wie aus einer Stelle bei *Ibn Chaldûn* (S. 15) zu vermuten ist, bleibe dahingestellt. Von ihren Werken kommt für uns noch in Betracht die Schrift über den *Qarasṭûn* (die Schnellwage).

Über die *Benû Mûsà Ibn Schâkir* berichten der *Fihrist* sowie *Ibn al Qifṭî* a), letzterer zweimal, einmal in dem Artikel über den Vater *Mûsà Ibn Schâkir* und dann in einem besonderen den Söhnen gewidmeten Artikel.

Von dem Vater *Mûsà Ibn Schâkir* heißt es: Er selbst wie seine Söhne *Muḥammad*, *Aḥmad* und *al Ḥasan* waren Führer in der Wissenschaft der Geometrie wie überhaupt Führer in den Gebieten der exakten Wissenschaften (*rijâdi* Mathematik), der Beschaffenheit der Himmelssphären, der Bewegungen der Sterne. Und dieser *Mûsà Ibn Schâkir* war berühmt unter den Astronomen des *Mamûn*. Seine Söhne gehörten zu den einsichtsvollsten Menschen in der Geometrie und in der Wissenschaft *al Ḥijal*. Hierüber haben sie wunderbare Abhandlungen geschrieben, die unter dem Namen *Ḥijal* der *Benû Mûsà* bekannt sind; sie sind herrlich in ihren Zielen, groß an Nutzen, berühmt unter den Menschen. Sie gehörten zu denen, die das Ziel in dem Suchen der alten Wissenschaft erreicht haben, die reichlich in ihr das Begehrenswerte spendeten und die ihre Wünsche darin erlangt haben. Sie sandten Leute in das Land der *Rumaeer* (Byzanz), die sie (die Wissenschaft) zu ihnen heran brachten, so daß sie den Transport aus den Landesteilen und Orten in dem köstlichen Austausch bewirkten, so daß sie die Herrlichkeiten der Wissenschaften an den Tag brachten. Sie befaßten sich vorherrschend mit den

a) *Fihrist* S. 271, *'Ibn al Qifṭî* S. 315 und 441.

Wissenschaften der Geometrie, der *Hijal*, der Bewegungen, der Musik und der Sterne.

Den Artikel über die Söhne leitet *Ibn al Qifṭi* mit den Worten ein: Die *Benû Mûsà Ibn Schâkir* sind die Verfasser des Werkes *al Ḥijal*. Sie sind schon in der Vita ihres Vaters erwähnt worden. Indes beabsichtige ich einen Teil von den sämtlichen Nachrichten über sie an diesem Orte über die Söhne zu geben. Man kennt sie nur unter dem Namen der *Benû Mûsà*, und das berühmteste Werk, das ihnen zugeschrieben wird, ist das unter den Namen *Ḥijal* der *Benû Mûsà* bekannte, und sie sind *Muḥammad*, *Aḥmad* und *al Ḥasan*. Ihre Nachkommen waren nach ihren Lebzeiten unter dem Namen die Söhne der Astronomen bekannt. — An derselben Stelle heißt es weiter unten: *Aḥmad* war weniger bedeutend als seine Brüder in der Wissenschaft außer in der Kunst der *Ḥijal*. Er erschloß in ihr Dinge, von denen nichts Ähnliches bekannt war seinem Bruder *Muḥammad* und solchen, die vorher gründliche Forschungen über die *Ḥijal* angestellt hatten, wie *Heron* u. s. w.

Sehr ausführlich bespricht Suter die Angaben über die *Benû Mûsà*, der auch ihre einzelnen Werke aufführt (Math. S. 20. Nachträge S. 160). Steinschneider-Schlömilch, Z. S. Bd. 10, S. 485 u. 496. 1860, wo auch weitere Verweise sich finden.

Die *Benû Mûsà* (die in der Mitte des neunten Jahrhunderts lebten) haben offenbar eine sehr große Rolle in der Entwicklung der Wissenschaft bei den Arabern gespielt, wie ihre häufige Erwähnung beweist.

5. Werke über den *Qarasṭûn*[1]) haben u. a. vier arabische Gelehrte verfaßt, die *Benû Mûsà*, *Ṯâbit Ibn Qurra*, *Qûstâ Ibn*

---

[1]) Vgl. *Steinschneider*, Annali di Matematica Bd. 5, S. 54. 1863. Sehr eingehend sind der *Qarasṭûn* und die mit ihm zusammenhängenden mathematischen und historischen Fragen von *Duhem* in Les origines de la statique Bd. 1. Paris 1905 besprochen. Dort ist auch die vollständige Literatur gegeben.

Das Wort ist verschieden gelesen worden, so *Farastûn*; es kommt von *χαριστίον*. Duhem will a. a. O. den Namen von einem Manne Charistion oder ähnlich ableiten, der diese Wage erfunden oder behandelt hat.

Statt *Qarasṭûn* kommt auch *Qarâsṭûn* und *Qalasṭûn* vor. Bei den Arabern bedeutet es „eine Schnellwage, eine römische Wage *Qubbân*, die man zum Wägen der Silber- und Goldmünzen benutzt". Sie wird definiert als „Wage der Dirham, als Wage der Metalle (*Fulûs*), welche bei uns *Qalasṭûn* heißt." (Dozy Suppl. Bd. 2, S. 327; vgl. auch Dorn, Drei Instrumente, S. 95, dort finden sich noch weitere Angaben über Wagen.)

Ein anderer Ausdruck für eie römische Schnellwage ist *Qabbân*, es kommt nach Vullers vom persischen *Kapân*; nach Dozy dagegen von *Campana*, das ebensowohl Schnellwage wie Glocke bedeutet; es kommt aber nicht von dem Wort campana = Glocke, sondern von dem Eigennamen

Lûqâ (864--923 ein Zeitgenosse des vorigen) und *Ibn al Haiṯam*. Das erste ist nach Curtze vielleicht identisch mit der dem *Euklid* zugeschriebenen arabischen Schrift über die Wage. (E. Wöpcke, J. asiat. (4) 18, S. 217. 1851), das zweite ist noch in lateinischer Übersetzung erhalten und von Curtze (Z. S. f. Math. u. Phys. 19, S. 263. 1874) behandelt.

Der Polyhistor *Al Ǵâḥiẓ* (vgl. oben S. 2, ein Zeitgenosse der *Benû Mûsà*) erwähnt in seinem oben erwähnten Werk mehrmals den *Qarasṭûn*.

Auf S. 114 heißt es: „Erzähle mir von denen, die sich mit dem *Astrolâb* und dem *Qarasṭûn* beschäftigen“ und S. 147 „Berichte mir von dem *Qarasṭûn*, wie sein eines Ende 800 *Raṭl* ermittelt und mehr oder weniger als dieses (also ungefähr 800 *Raṭl*), und das ganze an ihm angebrachte Gewicht beträgt 30 *Raṭl* und mehr oder weniger als dies“ (also ungefähr 30 *Raṭl*). (1 *Raṭl* ist rund = 1 ℔). Wir haben also eine Dezimalschnellwage.

„Campania“. *Isidorus* sagt „Die Campana, die Wage (statera, mit einer Schale, lanx) hat von der Gegend Italiens den Namen erhalten“ (vgl. Dozy Suppl. Bd. 2, S. 307, der wegen der Bedeutung von Campana auf Ducange etc. verweist).

Der gewöhnliche Name für die zweiarmige Wage ist *Mîzân*; über die Verwendung des Wortes für „Wasserwage“ wird gesondert gehandelt werden.

Qubbat al Mîzân bedeutet das Stück Eisen, mit dem man eine Wage aufhebt oder unterstützt, wenn man etwas wägt; es bedeutet aber auch Wagebalken. (Dozy Suppl. Bd. 2, S. 298a.)

Noch möchte ich bemerken, daß in dem Werke von *al Chazînî* „Wage der Weisheit (*Mîzân al Ḥikma*)“, und zwar in den nicht von Khanikoff herausgegebenen Teilen, noch eine Reihe von ungleicharmigen sog. römischen Wagen[1]) beschrieben ist, sie heißen dort *Qusṭâs*, und zwar in einem Fall *al Qusṭâs al mustaqîm*. Bei einer derselben sind an dem kürzeren Wagbalken in verschiedenem Abstande vom Unterstützungspunkt zwei Haken angebracht, um die Empfindlichkeit zu verändern; ferner hat der längere Wagbalken verschiedene (3) Einteilungen und ihnen entsprechend verschiedene Laufgewichte (*Rummâna*, wörtlich Granatapfel).

Über die etymologischen Ableitungen verschiedener arabischer Worte für Wage und Gewichte vgl. S. Fraenkel, Die Aramaeischen Fremdwörter im Arabischen S. 190 u. flgde. Leiden 1886.

---

[1]) Herrn L. Kolowrat in Petersburg, der so freundlich war, mir einige Pausen anzufertigen, sage ich auch an dieser Stelle den besten Dank.

6. Eine andere sehr ausführliche Schrift über die Wage u.s.f. rührt von dem heiligen Vater *Elijâ*, Erzbischof von *Nisibis* († 1049)[1]) her; sie heißt Abhandlung über die Gewichte und Maße (*Maqâla fi-l Auzân wa'l Makâjîl*) (eine vollständige Handschrift ist in Gotha Nr. 1331, Katalog Bd. 3, S. 3; die Übersetzung einer weniger vollständigen hat H. Sauvaire (Journ. Roy. Asiat. Society (2) Bd. 9, S. 291. 1877) publiziert). Die einzelnen Kapitel lauten nach der ersten Handschrift:

1. Über die Erwähnung dessen, der durch die Rechnung die Gewichte und Maße (Hohlmaße), die jetzt benutzt werden, bestimmte. 2. Über die Werte (*Maqâdir*) der Gewichte der *Mitqâl* und der *Dirham's* und die Art, wie man sie bestimmt. 3. Über die *Ratl* und die *Unzen* (*Ûqîja*) und die Unterschiede in ihren Werten. 4. Über die Ursache, um derentwillen die Menschen ein Übereinkommen über die Gewichte der *Mitqâl* und der *Dirham* getroffen haben. 5. Über die Hohlmaße (*Mikjâl*) und deren Wert. 6. Über die Verifizierung der Gewichte, falls sie verdorben sind, und ihre Herstellung, falls sie nicht vorhanden sind. 7. Über die Verifizierung der Hohlmaße, falls sie verdorben sind, und ihre Herstellung, falls sie nicht vorhanden sind. 8. Über die Konstruktion der Wage (*Mîzân*), mit der man den Etalon (*Sanǵ*) der *Mitqâl* aus dem Etalon der *Dirham* α) erhält und den Etalon der *Dirham* aus dem Etalon der *Mitqâl* erhält; mit der man ferner das Gold mit dem Etalon der *Dirham* wägt und so die *Mitqâl* erhält und mit der man das Silber mit dem Etalon der *Mitqâl* wägt und so die *Dirham* erhält. 9. Über die Konstruktion einer anderen Wage mit drei Wagschalen; auf welcher man das Gold mit dem Etalon β) der *Mitqâl* wägt, wenn er vorhanden ist, und mit dem Etalon der *Dirham*, falls der Etalon der *Mitqâl* nicht existiert, derjenige der *Dirham* aber vorhanden ist, man erhält dabei ein und dasselbe Gewicht, oder aber man wägt mit ihr das Silber mit dem Etalon der *Dirham*, falls er vorhanden ist, und mit dem Etalon der *Mitqâl*, falls der [Etalon] der *Dirham* verloren ist, der des Goldes aber vorhanden ist, man erhält auch hier ein Gewicht ohne Ausnahme. 10. Über die Konstruktion einer anderen Wage, die nur eine Schale besitzt, nach Art des *Qarastûn*, man wägt mit ihr das Gold mit einem einzigen Laufgewicht (*Rummâna*) und erhält die *Mitqâl*, ferner wägt man mit ihr das Silber mit einem anderen Laufgewicht und erhält die *Dirham's* u. s. w. 11. Über die Eigenschaft und Beschreibung des

---

α) Die *Mitqal* beziehen sich auf Gold, die *Dirham* auf Silber (vgl. v. Kremer, Kulturgeschichte, Bd. 1, S. 170).

β) Statt *fa Sanǵ* lies *bi Sanǵ*.

[1]) Eine Schrift mit demselben Titel wie diejenige des Erzbischofs rührt von *Qustâ Ibn Lûqâ* her (vgl. Suter, Math. S. 41); ob auf ihn, der sich auch mit dem *Qarastûn* befaßte, die spätere Arbeit sich gründet, ist nicht zu entscheiden.

Qarasṭûn 12. Über die Art, wie man die *Rummâna* eines *Qarasṭûn* kennen lernt, und wie man eine ihr gleich macht, wenn die erste nicht mehr existiert, wohl aber der Balken; und [wie man kennen lernt] die Teilung des Balkens und den Ort seiner Aufhängungen, wenn dieses unbekannt ist und man annimmt, daß die *Rummâna* bekannt ist. 13. Über den *Qarasṭûn*, welcher verschiedene Werte bestimmen läßt, wie die *Miṯqâl* und die *Dirham* und wie die *Riṭl* von *Baġdâd* und *Niṣibîn* und *Ṭâhir* und andere als die erwähnten. 14. Über den *Qarasṭûn*, mit dem man ein Gewicht wägt, das größer ist als die Zahl der *Miṯqâl* und *Raṭl*, welche er (ohne weiteres) bestimmt. 15. Über Prüfung und Richtigstellung des *Qarasṭûn*. 16. Über die Konstruktion einer Wage, durch die man das Gewicht des Goldes und dasjenige seines Preises kennen lernt, wenn sein Gewicht unbekannt ist, dagegen seine Taxe (*Si'r*) bekannt ist.

Von Verfassern von Schriften über die Wage sind noch zu erwähnen *Abu'l 'Abbâs Naǵm al Dîn* u. s. w. (1247/48—1310), Über die Kenntnisse des Maßes und Gewichtes, mit dem Titel *Îdâḥ wa'l Tibjân* (die deutliche Auseinandersetzung und Erklärung [Suter, Math. S. 158] ist noch in Kairo); *Muḥammad Ibn Abi'l Fatḥ al Ṣûfî al Miṣrî* (1494/95), Dissertation über die Schnellwage (*Risâlat al Qabbân*), und eine andere Dissertation über dasselbe Thema (Suter, Math. 185. Handschriften in Kairo).

Eine Reihe weiterer Abhandlungen, wohl zum Teil ganz neuen Datums, sind in Kairo vorhanden (vgl. Suter-Schlömilch, Z. S. Bd. 38. Hist. litt. Abhdl. S. 49—51 u. S. 56—57. 1893).

7. *Al Chazinî* über die Wage der Weisheit. Dies Werk enthält bekanntlich eine Fülle von Nachrichten über Wagen, spez. Gewichte u. s. w.; leider ist nur ein Teil von *Khanikoff* (Journ. americ. oriental. soc. Bd. 6. 1857) publiziert worden.

Auf die Arbeiten über die Bestimmung des spezifischen Gewichtes soll hier nicht näher[1]) eingegangen werden.

---

[1]) Nur einige Angaben über die Literatur sollen mitgeteilt werden.

Von *Archimedes* ist uns arabisch eine Schrift über die Schwere und die Leichtigkeit erhalten, die nach einem Pariser Manuskript H. Zotenberg (J. asiat. (7) Bd. 13, S. 509. 1879) herausgegeben hat (vgl. auch Ch. Thurot, Revue Archéol. Paris 1869 und Steinschneider, Math. § 100). Sie enthält die Einleitung zu den in ihren späteren Teilen uns griechisch erhaltenen Schrift sowie eine Reihe von anderen Propositionen. Die Einleitung stellt das Prinzip des spezifischen Gewichtes auf. Eine weitere Handschrift findet sich in Gotha (Nr. 1158,12 Bd. 2, S. 364). Der in dem Katalog mitgeteilte Anfang lautet: Einige Körper und einige Flüssigkeiten sind schwerer als einige. Man sagt, daß er (ein Körper) schwerer als eine Flüssigkeit ist, wenn man von ihnen Mengen von gleicher Größe dem Volumen (Masâḥa) nach nimmt. . . .

Die Schrift wird nicht im *Fihrist* erwähnt.

8. *Ridwân*, Über die Uhr. (vgl. Beiträge III, S. 231 und 255 und V bei „Wissenschaft der Uhren"; dort sind noch weitere Werke über die Konstruktion von Uhren angeführt).

In derselben Handschrift (Nr. 10) findet sich *Abû Mansûr al Nairîzî*, Über das Herausbringen der Quantität (*Kammîja*) der gemischten Körper. Anfang: Wir machen einen Körper aus Kupfer und Blei, dann machen wir ferner einen Körper aus reinem Blei von irgend einer Größe....

Ferner Nr. 11: *Abu'l Fath 'Umar Ibn Ibrahîm al Chajjâmî* († 1123/24; vgl. Suter, Math. S. 112 u. 226), Über den Kunstgriff, um die Mengen von Gold und Silber in einem aus ihnen zusammengesetzten Körper kennen zu lernen. Anfang: Willst du die Menge von Gold und Silber für sich in einem aus ihnen zusammengesetzten kennen lernen. . . .

Hierher gehört auch *Menelaus*, Kenntnis der Quantität, in welche zusammengesetzte Körper getrennt werden. Vgl. Beiträge III, S. 253.

Über die Bestimmungen durch *Abu'l Raihân al Bêrûnî* vgl. Cl. Mullet, J. asiat. (5 ser.) Bd. 11. 1858; C. R. Bd. 48, S. 849. 1859; Pogg. Ann. 107, S. 352. 1859; ferner E. Wiedemann, Wied. Ann. 20, S. 539. 1883.

Zu *al Bêrûnî*, Abhandlungen über das Verhältnis, welches zwischen dem Metall und Edelsteinen in dem Volumen besteht; vgl. Beiträge III, S. 254.

Unseren Gegenstand dürfte weiter behandeln *Samau'al Ibn Jahjâ* († 1174/75) in einer Schrift *al Mimbar* (Kanzel?) über die Ausmessung der Körper aus gemischten Substanzen zur Bestimmung der unbekannten Mengen (der einzelnen Bestandteile) (vgl. Suter, Math. S. 124).

Eine interessante Schrift über spezifische Gewichte dürfte folgende sein.

Kommentar (*Scharh*) einiger europäischer Gelehrten zu den Schriften *Platons*. Die Kommentierung wurde befohlen von *Sultân Mehmed II.*, dem Eroberer Konstantinopels, und nach dessen Tod seinem Sohne *Bajezid II.* (regierte 1481—1512) überreicht. Es handelt sich hier um eine *Platon* fälschlich zugeschriebene Schrift über spezifische Gewichte, denn sie fängt an: Wenn eine Substanz gemischt ist aus zwei bekannten Körpern (Stoffen), und wir wollen wissen, wie viel von jedem einzelnen darin ist, so wägen wir jeden einzelnen der beiden Körper (Stoffe) in der Luft und im Wasser. (Die Abschrift rührt von *Muslih al Dîn Ibn Sinân* her und ist 1500 beendigt worden.) Da das Werk schon vor 1480 begonnen worden ist, so stützt es sich jedenfalls auf orientalische Quellen (vgl. Suter-Schlömilch, Z. S. Bd. 38, S. 176. 1893).

Zu spezifischen Gewichtsbestimmungen, die den Türken bekannt waren, vgl. E. W., Wied. Ann. Bd. 20, S. 539. 1893.

Vielleicht gehört hierher auch die große Dissertation von *al Kindî* über die Körper, welche im Wasser eintauchen (Fihrist, S. 261).

Eine Reihe von Autoren sind in dem Hauptwerk über spezifische Gewichte von *al Chazînî* (s. oben und Suter, Math. S. 226) aufgeführt, nämlich *Sind Ibn 'Alî* (Suter Art. 24). *Juhannâ Ibn Jûsuf* (ibid. Art. 131) *Ahmad Ibn al Fadl al Massâh* (d. h. der Geodät), *Muhammad*

Ein genaueres Studium der Handschrift hat gezeigt, wie viel technisch Interessantes dies Werk enthält, und wie die Einzelkonstruktionen die Frucht sorgfältigster Überlegung waren. Eingehend wird u. a. der Vorzug des Hartlötens erörtert, der Einfluß von Knickungen in einem geneigten Rohr auf die Schnelligkeit des Herabrollens von Kugeln u. s. w. *Riḍwâns* Uhr enthält weit weniger Spielereien als die von C. de Vaux (a. a. O.) beschriebene, die von Archimedes herrühren soll. Auch *Riḍwân* erwähnte eine Archimedes zugeschriebene (*mansûb*) Uhr, die aber noch einfacher als die seinige war, so daß diese wohl der antiken am nächsten stehen dürfte.

Die einzelnen Abschnitte des Werkes von *Riḍwân* haben nach dem Werk selbst folgenden Inhalt:

Erster Abschnitt. Über ihre (der Uhr) Erfindung (*Istichrâǵ*) und über den ersten α), der sie und einige ihrer Teile β) erfunden hat, und über das, was nach seinem Tode dazu gekommen ist, ferner über die Benennung all ihrer einzelnen Instrumente γ) (Teile der Uhr), wobei diese aufgezählt werden. — Zweiter Abschnitt. Über die Namen aller der vorhergehenden Instrumente, Besprechung derselben nach der Methode des Kommentars, der Erläuterung und eines kurzen Resumés eines nach dem anderen. — Dritter Abschnitt. Über die Herstellung ihrer Instrumente. Besprechung ihrer Figuren und ihrer Art und Weise und ihrer Maße, der Art ihrer Herstellung und der Maße eines jeden Teiles. — Vierter Abschnitt. Über die Art und Weise, wie man sie zusammensetzt δ), wie man die Uhr in Gang setzt und darüber, welche Bedingungen es hierfür gibt. Ferner Bericht über die Vorschriften für die Zeit, zu der man die Instrumente benutzt und über die Vorschriften, deren man an jedem Tag bedarf. — Fünfter Abschnitt. Bericht über die Schäden ε),

---

Ibn Zakarîjâ al Râzî (Art. 93; er behandelt diese Gegenstände im zweiten Buche seines Werkes „über die Beweise", das 12 Kapitel enthält, die hier in Frage kommende Wage nennt er die physikalische Wage (*al Mîzân al ṭabî'î*), *Ibn al 'Amîd* (Art. 125), *Ibn Sînâ* (Art. 168), *al Bêrûnî* (Art. 218), *al Chajjâmî* s. oben (Art. 266), *Muzaffar Ibn Ismâ'îl al Asfizârî* (auch *al Isfarladî*) (Art. 268).

α) Es ist dies Archimedes.

β) So lautet die Überschrift über dem ersten Abschnitt selbst.

γ) *Âlât* bedeutet hier die einzelnen Teile der Uhr, wie aus dem Text selbst hervorgeht.

δ) *'Amal* bedeutet sowohl die Herstellung der einzelnen Apparatteile als auch die Zusammensetzung der Uhr.

ε) Solche Schäden sind vor allem Staub und Schmutz und das Verstopfen der Öffnung, aus der das Wasser ausfließt, ferner Dehnungen der Schnüre.

die bei ihr auftreten, und darüber, wie man sich vor ihnen in acht nimmt, damit sie sich nach den schönsten und vollkommensten Plänen drehe.

9. *Riḍwân* (?), Über Wasserräder und Vorrichtungen zum Heben von Wasser (vgl. Beiträge III, S. 231; Codex Goth. no. 1348, Fol. 109ᵇ—124ᵃ).

Die einzelnen Abschnitte fangen z. B. an:

Nimm vertrauend auf Gottes Segen und Hilfe einen Kreis aus Holz, dessen Durchmesser 10 Ellen ist, befestige ihn auf einer Achse aus festem Holz u. s. f. Oder es heißt: Willst du ein Rohr herstellen, mit dem Du Wasser aus irgend einem Brunnen herausholen willst, und zwar fortdauernd ohne Unterbrechung, so nimm etc. Oder: Willst du ein scharfsinnig ausgedachtes Wasserrad machen, mit dem zwei Männer viel kostbares Wasser schöpfen, so nimm vertrauend auf Gottes, erhaben ist er, Segen und Hilfe u. s. w. Der letzte Abschnitt behandelt: Beschreibung, wie man das Wasser durch das Feuer emporsteigen läßt. — Dabei wird eine sicher nie ausgeführte Anordnung besprochen, die dem bekannten Versuch nachgebildet ist, bei dem ein umgekehrter Kolben mit seiner Mündung in Wasser taucht und erhitzt wird; bei der Abkühlung tritt das Wasser in den Kolben (vgl. Philon, Druckwerke 476/477, Pneumatik 126/127).

10. *Al Ġazarî* benutzt in seinem Werk über die Kenntnisse der mechanischen Kunstgriffe (vgl. Beiträge III, S. 231 und S. 259) zum Teil die *Ḥijal* der *Banû Musà.*

Etwa zu derselben Zeit, wo *al Ġazarî* seine Schrift verfaßte, beschäftigten sich auch andere Gelehrte mit den *Ḥijal* der *Banû Mûsà.* Von *Sadîd al Dîn Ibn Raqîqa*, einem Arzte (1168/69—1237/38, geb. in Damaskus), heißt es: Er beschäftigte sich mit der Astronomie und dem Studium der *Ḥijal* der *Banû Mûsà* und fertigte auf Grund derselben interessante Dinge an (*Ibn Abî Uṣaibi'a* S. 220, Z. 9 v. o.; vgl. auch Suter, Math. S. 139).

11. Zwei Abhandlungen über Pumpen und hydraulische Maschinen; sie stehen in einem Oxforder Manuskript (Nr. 954, Marsh 669; C. de Vaux, Philon Pn. S. 33, 213 u. 218).

12. Eine Handschrift in Leyden, (Katalog Bd. III, S. 66 Nr. 1019. Cod. 168 (6) Gol.), von der es im Katalog heißt: Lösung von vier mechanischen Problemen, von denen das erste am Anfang von dem unbekannten Verfasser folgendermaßen ausgesprochen wird:

„Wir wollen ein Bild konstruieren, das an der Wand angebracht ist, und in dessen Händen oder an einem anderen Ort sich ein Becher, der mit Wasser gefüllt ist, befindet. Willst du, daß das Bild kaltes Wasser

ausgießt, so gießt Du in den Becher heißes Wasser oder einen anderen Trank, dann gießt das Bild ebensoviel aus, als du in den Becher gegossen hast." Es handelt sich offenbar um pneumatische Kunststücke. Nach F. Wöpcke, J. asiat. (5) Bd. 4, S. 380. 1854, der mathematische Werke der Handschrift behandelt hat, dürften die Schriften aus der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts oder aus früherer Zeit herrühren.

13. Zahlreiche Angaben finden sich ferner in den geographischen und kosmographischen Werken bei der Besprechung von Wasseranlagen und sonst [1]).

14. Über Bauwerke, Wasseranlagen etc. gibt sehr vielen Aufschluß *al Maqqarî* u. s. w. der arabische Text und die Bearbeitung von Gayangos (vgl. Beiträge III, S. 262).

Über die arabische Literatur, wobei die geographische besonders berücksichtigt ist, gibt A. von Kremer in seiner Kulturgeschichte des Orientes Bd. 2, S. 396 eine sehr wertvolle Übersicht in höchst ansprechender Darstellung. In diesem Werke findet sich manche für die Geschichte der Technik wertvolle Angabe.

Bemerkt sei, daß von *Abu'l Raiḥân al Bêrûnî* manche technische Anlagen beschrieben werden.

Nicht besprochen sollen im Folgenden werden die Werke über die Konstruktion astronomischer Instrumente, von Zirkeln u. s. f.; diese sind später gelegentlich besonders zu behandeln.

Die obige Liste wird sich sicher bei weiteren Nachforschungen noch vergrößern.

15. In seinen Prolegomenen zur Geschichte der Berber hat *Ibn Chaldûn* mehrfach von der Mechanik gehandelt. Solche Stellen sind z. B. folgende [2]). In dem Abschnitt über die spezielle Geometrie der Gebilde der Kugel und des Kegels heißt es:

---

[1]) Eine Reihe geographischer Werke sind in vorzüglicher Weise von de Goeje in der Bibliotheca Geographorum araborum herausgegeben. Der Inhalt der einzelnen Bände sei, um späteres Zitieren zu erleichtern, angeführt. Bd. 1. *Al Iṣtachrî.* Bd. 2. *Ibn Ḥauqal.* Bd. 3. *Al Muqadassî.* Bd. 4. Indices. Bd. 5. *Ibn al Faqîh.* Bd. 6. *Ibn Churdâḏbeh* und *Qudâma.* Bd. 7. *Ibn Rosteh* und *al Ja'qûbi.* Bd. 8. *Al Mas'ûdi* (vgl. Beiträge III, S. 236); übersetzt von C. de Vaux unter dem Titel *Mas'ûdi,* Le livre de l'avertissement et de la révision, in der Collection d'ouvrages orientaux publiés par la Société asiatique. 1896. Über die Verfasser vgl. Brockelmann Bd. 1, S. 225 u. 475.

[2]) *Ibn Chaldûn.* Prolegomènes Bd. 3; arab. Text. Notices et extraits Bd. 18, S. 102. 1858. Übersetzung von Slane ibid. Bd. 21, S. 143. 1868.

Die Theorie der Kegelschnitte bildet gleichfalls einen Teil der Geometrie. Es ist dies eine Wissenschaft, die in Betracht kommt bei den Figuren und Schnitten, die an körperlichen Kegeln auftreten. Sie beweist ihre Eigenschaften durch geometrische Beweise, die sich auf die Elemente der Mathematik stützen. Ihr Nutzen zeigt sich in den praktischen Künsten, welche sich mit den Körpern beschäftigen, wie die Zimmermannskunst und die Architektur. Sie zeigt sich auch da, wo es sich handelt um die Herstellung von seltsamen Statuen und wunderbaren Tempeln[1]), um die Anwendung von Kunstgriffen beim Ziehen von Lasten (*Ǵarr al Aṭqâl*) und beim Transportieren von riesigen Gestalten (*Hajâkil*)[2]) mit Hilfe von Winden[3]) und Maschinen (*Handâm*) und um ähnliche Dinge.

Ein gewisser Verfasser hat diesen Zweig der Mathematik besonders in einem Werk über die praktische Mechanik (*al Ḥijal al 'amalija*) behandelt, das alles, was es an sonderbaren Verfahren und geistreichen Kunstgriffen (*al Ḥijal*) gibt, behandelt. Diese Abhandlung ist sehr verbreitet, obgleich sie wegen der in ihr enthaltenen geometrischen Demonstrationen nicht leicht zu lesen ist. Man schreibt sie den *Banû Schâkir* zu.

Eine andere Stelle, in der von der Bedeutung der Mechanik die Rede ist, ist folgende[4]).

Die Architekten verwenden manches von der Geometrie, wie das Gleichrichten (Horizontieren) der Wände mittelst des Wägens (*Wazn*, das Verbum *wazana* wird benutzt für Horizontieren bezw. für das Bestimmen von horizontalen Richtungen wie unsere „Wasserwage") und das Fließenmachen des Wassers mittels des Bestimmens der Erhebung (dadurch, daß man das Steigen des Terrains bestimmt) und ähnliches als dies, (vgl. Beiträge III, 229 und später). Er muß sich also mit einigen Fragen der Geometrie beschäftigen. Dasselbe ist der Fall beim Ziehen der Lasten mittelst der Maschine (*Handâm*). Sollen bei mächtigen Gebäuden hohe Mauern mit großen Steinen errichtet werden, und ist die Kraft zu klein,

---

[1]) Wöpcke hat nach Slane übersetzt „Herstellen von wunderbaren Figuren und außerordentlichen Tempeln" und fügt bei: Es handelt sich hier wohl um die Konstruktion von Automaten und ähnlichen Kunststücken, wie in der Pneumatik von Heron, Philon und die Uhren des Mittelalters. Doch möchte man eher an die Konstruktion von Gewölben denken.

[2]) Slane hat „großen Massen". Vielleicht beschreibt hier der Verfasser bezw. seine Quelle die Errichtung der Obelisken und ähnliches.

[3]) Slane korrigiert den unsicheren Text zu *Michâl* (vgl. a. a. O. Bd. 20, S. 242). Das arab. Wort ist weder in Herons Mechanik noch in den *Mafâtiḥ al 'Ulûm* zu finden, wohl aber an anderen Stellen bei *Ibn Chaldûn*; ob es eine Ableitung von *Muchl* Hebel ist, bleibt zu untersuchen (vgl. Dozy Suppl. Bd. 2, S. 627).

[4]) *Ibn Chaldûn* a. a. O. Bd. 17, S. 323. 1858. Übersetzung Bd. 20, S. 375. 1865. Vgl. auch Bd. 17, S. 205, Bd. 20, S. 242, wo von Maschinen die Rede ist, welche die Kräfte der Menschen vervielfachen (verdoppeln).

um sie bis zu ihrem Ort auf der Mauer zu erheben, so hilft er dem in sinnreicher Weise ab, indem er die Wirkung des Seiles vervielfacht, indem er es in die Löcher an den Rollen (*Mîchâl*) einführt, ihre Zahl ist nach geometrischem Verhältnis bestimmt. Der Widerstand des Gewichtes gegen das Heben wird dann gering. Man nennt dies Instrument *Michâl*. Mittelst dieser Maschine erreicht man sein Ziel ohne Mühe. Um sie aber zu konstruieren, muß man geometrische Prinzipien anwenden, deren Kenntnis weit verbreitet ist.

II. Übersetzung und Besprechung des Kapitels über *al Ḥijal* der *Mafâtîḥ al ʿUlûm*[1]).

Die *Mafâtîḥ al ʿUlûm* oder die Schlüssel der Wissenschaften sind dem am Schluß der klassischen Periode der islâmischen Literatur empfundenen Bedürfnis, gedrängte Übersichten über alle oder doch eine größere Anzahl von Wissenschaften zu besitzen, entsprungen[2]). Es ist das älteste dieser Werke und rührt von *Abû ʿAbd Allâh Muḥammad ibn Aḥmad Jûsuf al Kâtib al Chârizmî* kurz *al Chârizmî* her. Das Werk enthält die Erklärung zahlreicher technischer Ausdrücke, daher fügt der Herausgeber van Vloten den Titel bei, „das die technischen Ausdrücke der Wissenschaften sowohl der Araber wie der Fremden erklärt."

Das Werk zerfällt in zwei *Maqâla's* (Teile) mit 6 und 9 Kapiteln. *Maqâla* I enthält folgende Kapitel: 1. Theologie, 2. Rhetorik, 3. Grammatik, 4. Schreibkunst, 5. Poesie und Versmaß, 6. Erzählungen.

Maqâla II enthält: 1. Philosophie, 2. Logik, 3. Medizin, 4. Arithmetik, 5. Geometrie, 6. Astronomie, 7. Musik, 8. Mechanik, 9. Chemie.

---

[1]) Das Werk ist von G. van Vloten, Leyden 1895, herausgegeben. Unser Kapitel steht S. 246 bis 255. In einer Besprechung des Werkes (Journ. Roy. Asiat. Soc. 1895, S. 712) bemerkt H. Hirschfeld, daß es ein Bild nicht nur von der Schnelligkeit, mit der die arabischen Studierenden in der kurzen Zeit seit dem Erwachen der muslimischen Wissenschaft fast jedes Gebiet bewältigt hatten, das damals ein Feld für die Forschung darbot, sondern auch von dem Fortschritt, der in methodischer Arbeit gemacht war. Es rage weit über ähnliche Bücher wie das *Kitâb al Taʿrîfât* hervor (dies enthält fast nur theologische, philosophische und sprachliche Fragen).

[2]) Vgl. C. Brockelmann Bd. 1, S. 244.

Für den Naturforscher und Mathematiker enthält vor allem der zweite Teil Interessantes, von dem das 8. Kapitel uns hier beschäftigen soll. Es umfaßt die Gebiete unserer Mechanik, welche die Araber gewöhnlich zusammen behandelten, d. h. die Lehre von den Bewegungen der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, wobei besonderes Gewicht auf die verschiedenen Kunststücke, die mittelst des Wassers und des Luftdruckes erzeugt werden konnten, gelegt wurde. Nicht behandelt ist die Lehre von den spezifischen Gewichten, vom Gleichgewicht, vom Schwerpunkt, von den Wagen.

Die Werke, denen die besprochenen technischen Ausdrücke entnommen sein dürften, sind vor allem die S. 1 erwähnten Übersetzungen aus dem Griechischen [1]), ferner Schriften, die den S. 5 erwähnten und den in Oxford vorhandenen entsprechen.

Wir wenden uns nun zur Übersetzung und Besprechung des betreffenden Kapitels aus den *Mafatîḥ*.

Achtes Kapitel des zweiten Buches:

Über die Mechanik *(al Ḥijal)* [2]).

Erster Abschnitt: Über die Fortbewegung (das Ziehen, *el Ǵarr*) der Lasten durch eine kleine Kraft und die dazu dienenden Werkzeuge *(Âla)* [3]).

[1]) Die Ausdrücke der Geometrie dürften zum Teil im Anschluß an Euklids Elemente, die auch erwähnt werden, die arithmetischen im Anschluß an die Arithmetik von Nikomachus (vgl. Klamroth, Z. D. M. G. 42, S. 9. 1888 und *al Ja'qûbî* S. 140) gegeben sein. Die alchemistischen Termini entsprechen den Worten, welche sich z. B. in dem Werk von *al Râzi*, Buch der Geheimnisse (Leipziger Stadtbibliothek Nr. 266) und in den von M. Berthelot publizierten Schriften (La chimie au moyen âge Bd. 2) finden.

[2]) Über die Bedeutung des Wortes *Ḥijal*, den Pluralis von *Ḥîla* vgl. Beiträge III, S. 233, IV, S. 389, VI, S. 6.

Ḥila bedeutet auch die Maschine, so in dem Traktat über die Maschinen der Leute von *Ispahân* (C. de Vaux, Not. et Extraits Bd. 36, S. 218. 1883). Den Bedeutungen von *Ḥîla* und *Âla* entspricht auch die Überschrift des zweiten Abschnittes des 7. Buches des *Fihrist* (S. 265): Über die Mathematiker, die Geometer, die Arithmetiker, die Musiker, Rechenkünstler, die Astronomen, die die Instrumente herstellen und sich mit den *Ḥijal* und den Bewegungen befassen.

[3]) Dies Wort ist je nachdem mit Werkzeug, Instrument, Vorrichtung zu übersetzen.

Zweiter Abschnitt: Über die Apparate zur Erzeugung von Bewegungen und die Herstellung der wunderbaren Gefäße[1].

Erster Abschnitt.

Über die Ausdrücke, welche diejenigen benutzen, die sich mit der Mechanik beschäftigen, wenn es sich um die Bewegung von Lasten durch eine kleine Kraft handelt.

Die Kunst der Mechanik *(Ḥijal)* heißt bei den Griechen *Manǵânîqûn* (Mechanik, ἡ μηχανική). Einer ihrer Teile beschäftigt sich mit der Bewegung der Lasten durch eine Kraft. Zu den Ausdrücken[2], welche die Vertreter (Genossen) dieser Kunst benützen, gehört:

[1]) Etwa Zaubergefäße.

[2]) Die einzelnen Vorrichtungen sind durchnumeriert, um bequemer auf sie verweisen zu können.

[1] *al Barṭîs* (Rad an der Welle) ist ein großes Rad, *(Falka)* in dessen Innerem sich eine Achse (*Miḥwar*) befindet, durch die die Lasten bewegt werden; die Bedeutung (*Tafsîr*) des Wortes ist bei den Griechen *Muḥîṭa* (das umgebende).

Der Vokal a ist nicht in dem Text gegeben.

Das Wort *Barṭîs* ist in den Handschriften der *Mafâtîḥ* verschieden geschrieben. Es kommt bei Heron (Mech. XL und S. 94/97) vor, wenn auch in einer etwas anderen, dem Griechischen περιτρόχιον sich noch mehr anschließenden Form (*Barîṭîṭus*). Es wird dem Wort ein Zusatz beigefügt: „und seine Erklärung (Übersetzung) (*Tawîl*) ist das Umgebende", gerade wie in den *Mafâtîḥ*. Bei Heron (Mech. S. 94) wird als erste Potenz angegeben: eine Achse, die sich im Innern eines Rades befindet. Auch die Ausdrücke *Miḥwar* und *Falka* hat die Übersetzung von Heron. Dagegen findet sich bei *Riḍwân* das Wort *Falka* nicht für Rad, sondern *Daulâb* (Schöpfrad) oder einfach *Dâira* (Kreis). Für *Miḥwar* wird von ihm und auch sonst oft das Wort *Quṭb*, das auch Pol heißt, verwendet.

Im Pluralis *Falak* kommt das Wort *Falka* für große Räder oder Rundhölzer vor, die unter einen Wagen gelegt wurden, um Marmorbecken aus den Steinbrüchen bei Cordova zu der Moschee herunter zu schaffen (*Maqqarî* Bd. 1, S. 365).

Wenn von einer Achse und den Drehzapfen für dieselbe in demselben Satz gesprochen wird, so wird oft für das eine das Wort *Miḥwar*, für das andere das Wort *Quṭb* benutzt, aber ohne daß ein bestimmter Unterschied gemacht würde (J. asiat. Bd. 17 S. 318 u. 321).

Miḥwar kommt für Achse auch bei den *Astrolab* vor, auf sie werden die verschiedenen drehbaren Teile gesteckt und durch einen quer durch

die Achse nahe an deren Ende gesteckten Stift festgehalten. Dieser Stift heißt Pferd (*al Faras*) nach seiner Gestalt (vgl. *al Battânî* ed. Nallino Bd. 1, S. 319). Solche Stifte kommen sehr viel bei *Riḍwâns* Uhr vor, wo sie z. B. zum Festhalten der Türen u. s. w. dienen. Beim Astrolab ist Synonym für *Miḥwar*: *Quṭb* (Pol) und für *Faras*: *Miftâḥ* (Schlüssel).

Das Wort *Faras* wird bei den *Mâfâtîḥ* im Abschnitt Astronomie S. 235 definiert als: „Es ist ein Stück, dessen Gestalt der des Pferdes ähnlich ist; man befestigt mit ihr die Spinne auf der Scheibe."

Als Ausdruck für die Rolle scheint auch *Mi'lâq* zu dienen (*Ibn Chaldûn* (Proleg. Bd. 2, S. 323); dasselbe Wort wird für Seil, das über eine Rolle geht, benutzt (a. a. O., Bd. 1, S. 28). Zu beachten ist, daß die Form *Mu'allaq* nach Wahrmund sowohl die Rolle am Brunnen wie den Strick des Eimers wie auch den Eimer selbst bedeutet.

Über das Wort *Ṣurn* wird später ausführlich zu handeln sein.

[2] *al Muchl* (der Hebel)[1]) ist ein rundes oder achteckiges Stück Holz, mit dem die Lasten bewegt werden. Man macht dazu unter dem Gegenstand, den man zu bewegen hat, eine Grube und steckt in sie das [eine] Ende *(Ras)* des Hebels. Dann wird auf das andere Ende gedrückt und der schwere Körper wird gehoben.

[1]) Griechisch μόχλος.

Den Hebel behandelt ausführlich Heron (Mech. S. 98) und zum Teil mit denselben Worten, nur steht statt *Ras* das Wort *Ṭarf*.

Bei Dozy (Suppl. Bd. 2, S. 572) heißt es nach einem arabischen Lexikon: *al Muchl* ist ein langes Instrument aus Eisen oder etwas ähnlichem, mit dem man die Steine umstürzt (entwurzelt *qala'*).

[3] *al Bairam* ist eine von seinen [des Hebels] Arten, er heißt auch *al Bâram*; *al Muchl* ist ein griechisches und *al Bâram* ein persisches Wort.

Bei Vullers wird *Bairam* als ein Instrument bezeichnet, durch das harte Gegenstände aufgerichtet werden; es soll auch einen Bohrer bedeuten.

[4] *Abû Muchlijûn* (Hypomochlion) ist ein Stein, welcher unter den *Muchl* (Hebel) gelegt wird; durch seine Anwendung wird das Bewegen der Last erleichtert.

Abû Muchlijûn ist eine volksetymologische Bildung von ὑπομόχλιον. Bei Heron (Mech. S. 98) kommt das Wort auch vor mit der Bemerkung „und seine Erklärung ist das unter die Hebel gelegte". Meist wird es umschrieben wie: „der Stein, auf dem sich der Hebel bewegt" oder „der Stein, der sich unter dem Hebel befindet" und ähnlich (z. B. a. a. O., S. 114/115).

[5] *al Katîra al Raf'* (das Vielfache des Hebens, der **Flaschenzug**), ist ein Werkzeug, das aus zusammengepaßten Querbalken (*'Ârida*), Rollen (*Bakra*) und Seilen (*Qals*) besteht. Mittelst desselben werden schwere Lasten (*Aḥmâl*)[1]) bewegt.

[1]) Es wird hier *Ḥiml* und nicht *Taql* für Last benutzt, um die besondere Größe derselben anzuzeigen.

Der Flaschenzug ist bei Heron (Mech. S. 99) mit demselben Namen bezeichnet. Die Rollen sind nach den Zeichnungen nebeneinander und nicht wie meist bei uns untereinander angeordnet. Die Achse, auf der die Rollen sitzen, heißt *Maǵanûn* entsprechend dem griechischen *μάγγανον* (Heron Mech. XL und 101, auch Heron Belop. in Math. veteres. Paris).

Manǵanûn bezw. *Manǵanîn* bedeutet nach Freytag auch ein großes Rad, mit dessen Hilfe man das Wasser heben kann, und ein Wasserad; vgl. auch *Mafâtîḥ* S. 71, wo es neben dem *Daulâb* genannt wird.

Das bei *Ibn Chaldûn* vorkommende Wort *Mîchâl* faßt Slane als Winde, vielleicht auch als Flaschenzug. Prol. II 205, 323; III 103. Die diakritischen Punkte sind sehr verschieden angegeben. Bd. II, S. 205 ist von *Mîchâl* die Rede, welche bei Bauten dazu dienen, die Kraft des Menschen zu vervielfachen (verdoppeln); in demselben Sinn wird das Wort Bd. II, S. 323 benutzt; Bd. III, S. 103 wird es mit den *Handâm* (Maschinen) als zum Heben von Steinen dienend bezeichnet.

Ein unregelmäßiger Plural scheint sich bei *Holâl* 58 v° zu finden: Hinter ihnen waren die Genossen der *Michâlî*, auf denen die Steine waren (Dozy Suppl. Bd. 2, S. 627).

Von Rollen finden sich in dem Werk von *Riḍwân* (vgl. Beiträge III, S. 258) zahlreiche Abbildungen und Beschreibungen. Sie dienen dazu, um Seile um Ecken und Winkel zu führen. Bei Heron wird die Rolle (*Bakra*) als eine der 5 Potenzen aufgeführt; es sind dies Rad an der Welle, Hebel, Rolle, Keil und Schraube, von denen *al Chârizmî* nur vier besonders nennt.

Qals entspricht dem griechischen *καλώς* (über Ausdrücke für Seil s. w. u.).

[6] *al Isfîn* (**der Keil**) ist ein Ding (Werkzeug), das demjenigen ähnlich ist, welches die Zimmerleute mit dem Namen *Fânah* bezeichnen. Seine scharfe Kante wird unter den schweren Körper gebracht; man schärft sie immer mehr zu, bis sie unter ihn geht. Am häufigsten gelangt er beim Ablösen der Steine von den Bergen zur Anwendung.

Der Keil kommt bei Heron Mech. S. 94 vor (vgl. auch S. XL).

Isfîn entspricht dem griechischen *σφήν*. In den Lexicis ist die Form *Safîn* enthalten.

In dem Werk von *Riḍwân* ist S. 25b ein Keil abgebildet, der unter die Basis einer Säule (eines Tisches) geschoben wird, um letztere vertikal zu stellen. Es wird dann ein Verbum „keilen" gebildet.

Fânah oder *Pânah* bezeichnet im Persischen einen hölzernen Keil, der unter eine Säule geschoben wird, um sie in senkrechte Stellung aufzurichten (Vullers S. 634).

[7] *al Laulab* (die Schraube) nennt man einen gedrillten Gegenstand, der in einen anderen eindringt. Letzterer wird so lange gedrillt, bis der erstere in ihn einzudringen vermag. Sie ist eine bekannte Vorrichtung und wird von den Zimmerleuten und denen, die die Fundamente legen, benutzt.

Die Schraube und ihre Herstellung wird sehr ausführlich bei Heron Mech. S. 252 beschrieben, dort wird auch zwischen der Schraube und der Schraubenmutter (*al Laulab al unṯà*, die weibliche Schraube) unterschieden. (Über *unṯà* vgl. w. u.)

[8] *al Gâlâǵard* ist eine Presse (*Miʿṣara*) für die Ölfabrikanten.

Diese Presse ist die griechische γαλεάγρα, die bei Heron Mech. S. 236 besprochen und abgebildet ist (vgl. auch S. XL). Eine Abbildung findet sich auch auf einer Münze von *Bostra* (Mionnet, Description etc. Suppl. VIII, S. 383, Nr. 3 Bostra. Mitteilung von Prof. Bulle).

[9] *al Isqâṭûli* ist ein viereckiger Balken, der bei diesen Werkzeugen benutzt wird.

Isqâṭûli entspricht nach van Vloeten dem griechischen σκυτάλη Stock.

Und zu diesem Gebiete gehören

[10] Die Kriegsmaschinen, wie *al Maǵâniq* und *al ʿArrâda.* (Über die Ausdrücke vgl. w. u.)

Und zu den Vorrichtungen (Geräten) der *Manǵâniq* (der Kriegsmaschinen d. h. zur Ballistik) gehören

[11] *al Kursî* (Schemel). Seine Gestalt gleicht derjenigen der Vorrichtung in den Moscheen, auf welche man, um die Lampen aufzuhängen, steigt.

al Kursî ist ein Höcker, ein niedriger Tisch, ein Tritt, Schemel und diente wohl dazu, um an die höheren Teile der Wurfmaschinen beim Auflegen der Geschosse zu gelangen.

Das Wort kann auch ein Gestell mit einem kreisrunden Loch in der Mitte sein, in das ein Globus eingehängt ist. Eine solche Himmelskugel bildet E. Dorn ab. Sie heißt die mit einem *Kursî* versehene Himmelskugel. E. Dorn, Drei astronomische Instrumente, S. 21. Petersburg 1865.) Die Abbildung erinnert etwas an diejenige der Himmelskugel von Aratus (vgl. Beiträge III, S. 227).

[12] Und *al Chinzira*[1]) (die Sau) gehört zu ihren Geräten [der Ballistik]. Sie gleicht der Rolle, nur ist sie von langgestreckter Form.

[1]) *al Chinzira* ist die Sau, der Name kommt wohl von der Gestalt.

Dozy übersetzt es als derjenige Teil des Rades, in dem sich die Achse befindet; vgl. unten die Beschreibung von *al Ǵaubarî*.

[13] *al Sahm* (wörtlich Zeltstange) ist ein langes Stück Holz gerade wie der Palmstamm (*Ǵiḏ'*).

[14] *al Istâm* ist ein Eisenstück; es befindet sich an dem Ende des *Sahm*, an dem der Schleuderstein (*Ḥaǵar al ramî*) befestigt wird.

Ausführungen über das Kriegswesen der Araber finden sich u. a. bei Jaehns, Geschichte des Kriegswesens S. 501. Leipzig 1878/80. — A. von Kremer, Kulturgeschichte des Orientes, Bd. 1, S. 81 und 221. Wien 1875/77. — S. J. von Romocki, Geschichte der Explosivstoffe. Berlin 1895. — Über die Wissenschaft der Kriegswerkzeuge vgl. Beiträge V, S. 423.

Über das Vorkommen von Kriegsmaschinen bei den arabischen Dichtern hat W. F. Schwarzlose, S. 320. Leipzig 1886, zahlreiche Notizen zusammengestellt.

In Betracht kommen ferner J. Reinaud, (J. asiat. (4), Bd. 12, S. 193. 1848 und Bd. 14, S. 257. 1849), eine Arbeit, an der Quatremère eine sehr gründliche Kritik geübt hat. (J. asiat. (4), Bd. 15, S. 214. 1850.), weiter Quatremère, Histoire des Mongols. Paris 1836 in den Anmerkungen S. 132, 252, 284.

Abbildungen von Kriegsmaschinen hat z. B. B. Kugler, Geschichte der Kreuzzüge, S. 234. Berlin 1880, ferner Romocki a. a. O., S. 71ff., weiter der Atlas zu dem Werke von Jähns.

Wir wollen zunächst einige allgemeine Bemerkungen über Kriegsmaschinen, vor allem den *Manǵanîq*, geben und dann ein paar chronologisch geordnete Nachrichten mitteilen.

Das Wort *Manǵanîq* a) hat verschiedene Bedeutungen.

Es kommt als Ausdruck für unser Wort „Mechanismus" vor, so bezeichnet es bei *Riḍwân* die Vorrichtung, durch die die Vögel, welche bei seiner Uhr alle Stunden Kugeln auswerfen, sich wieder aufrichten.

Weiter dürfte es Kriegsmaschinen im allgemeinen bezeichnen, gerade wie nach Reinaud (J. asiat. [4 ser.], Bd. 12, S. 224. 1848) *μηχανή* der allgemeine, *μάγγανον* der spezielle Ausdruck ist; daraus werden dann manganum und mangonneau.

---

a) Vielfach kommt der Pluralis *Manganîqât* vor (Fihrist S. 315 bei *Bahâ al Dîn*, Leben Saladins), ferner *Manâǵaniq* bei *Balâḏuri* S. 184 u. 389; vgl. im übrigen die Wörterbücher.

Das Leben Saladins ist zweimal herausgegeben, einmal von Schultens unter dem Titel Vita et res gestae Sultani Saladini auctore Bohadino. Leyden 1732, beigefügt ist eine lateinische Übersetzung, ferner im Recueil des Historiens des Croissades. Historiens orient., Tome 3. Paris 1884. Die Texte stimmen nicht ganz überein. Zu *Bahâ al Dîn* vgl. Brockelmann I, S. 316.

Die Kriegsmaschinen im allgemeinen heißen auch *Âlât al Ḥurûb.*

Im speziellen spielen unter den Kriegsmaschinen eine Hauptrolle der *Manǵaniq* und die *'Arrâda.*

(Es kommen auch noch Geschütze mit dem Namen *Manǵanûn* und *Ǵarch* nach Schwarzlose, *Lu'ba* nach *Kamâl al Dîn* u. andre vor; s. w. u.)

Daß der *Manǵaniq* den Ballisten speziell dem *Palintonon* entspricht, geht aus der w. u. mitgeteilten Beschreibung des *Ǵaubarî* hervor. Danach sind, was auch der Bedeutung des Wortes *'Arrâda*, Wildesel, entspricht, diese die Onager. Sie tragen ihren Namen daher, weil eine Schleuder mit einem Stein zunächst sich nach rückwärts und dann nach vorne bewegte, während die Wildesel beim Ausschlagen Steine nach hinten werfen (vgl. dazu Nöldeke, Delectus veterum carminum, S. 108. Berlin 1890).

Von dem Wort *Manǵanîq* wird dann *Maǵaniqî*, einer, der Kriegsmaschinen verfertigt, abgeleitet, ein Wort, das also nicht mit Mechaniker übersetzt werden darf. Berühmt war als solcher *Ja'qûb al Manǵaniqî.*

Mehrfach werden zugleich die *Manǵanîq* und die *'Arrâda* genannt. An einer von Quatremère (J. asiat. (4) Bd. 15, S. 254. 1850) mitgeteilten Stelle heißt es: und er stellte gegen die Stadt *Manǵaniq* und *'Arrâda* auf und die *Manganiq* warfen bald einen Turm um. Neben beiden werden auch die *Qarâbuǵa* (türkisch = Büffelstier) (Quat. Hist. S. 137) und bei *Mîrchond* eine Maschine *'Arûsak*, die mit Geschossen beladen ist, erwähnt (Quat. Hist. S. 284).

Unter den *Manǵanîq* wird besonders die *fränkische* oder *maǵribinische* (d. h. die aus den Westen gekommene) aufgeführt. Quatremère meint, daß beide identisch seien. Von einer maǵribinischen erwähnt *Ibn Aṯîr*, daß sie einen Stein von 400 syrischen *Raṭl* geschleudert habe (Quat. Hist. S. 136). Auch eine *manṣûrische* kommt vor.

Manchmal werden nach Quatremère (a. a. O.) auch folgende zwei *Manǵanîq* erwähnt, die *schaiṭânîja* die teuflische und *Qarâbuǵâ*, letztere wird als eine besonders große bezeichnet.

Noch wird genannt eine Maschine *Kemân-i-ra'd* (Bogen des Donners), die Steine von einem Gewicht von 400 Mann schleuderte (Quat. a. a. O. S. 136).

Die arabischen Geschütze und Belagerungsmaschinen *Kabsch* (Widder) α) und *Dabbâba* (Schildkröte) sind denen der Byzantiner nachgebildet. Erstere stellten sie in solcher Größe dar, daß sie alle früheren Wirkungen übertrafen; um solche Wirkungen zu erzielen, mußten die Hebelarme stark verlängert werden.

Schirmdächer hießen nach Schwarzlose *Duraǵa* oder *Darrâǵa* und *Sitâra* β).

α) *Balâḏurî* spricht S. 442 von stößigen (*naṭṭâḥ*) Widdern, die in die Mauern Bresche legen.

β) Von Lane wird *Darrâǵa* = *Dabbâba* gesetzt. Nach *Damîrî* ist *Darâǵ* gleich *Qunfuḏ* d. h. gleich dem Igel oder dem Stachelschwein (*Damîrî* Bd. 1, S. 303. *Bûlâq* 1306 d. H.).

Über die *Sitâra* und entsprechende Anordnungen handelt Quatremère (Hist. S. 286) sehr eingehend. Nach ihm bedeutet *Sitâra* die Pallizade, wörtlich den Vorhang.

Über die verschiedenen Arten der Armbrust wie den *Ǵarch*, den *Zanbûraq* (kleine Hornisse, Wespe) sei nur weniges bemerkt.

Der *Ǵarch* (s. u. a. Quatremère, Hist. Mong. S. 285, Amari Bibl. arabo sicula. Italienische Ausgabe S. 87, Quatr., J. asiat. a. a. O., S. 254, Reinaud, J. asiat. [4], Bd. 12, S. 213. 1848) bedeutet eine große Armbrust, die mit mechanischen Hilfsmitteln wie einer Kurbel oder einer Art Steigbügel gespannt wurde; von der ersteren Art ist uns eine Abbildung erhalten.

Die Armbrust *al Zanbûraq* (vgl. Quatremère, Hist. Mong. 285) dient dazu, Pfeile, die von den gewöhnlichen abweichen, zu schleudern; sie waren viereckig, hatten die Dicke von einem Zoll und die Länge von einer Elle. Federn machten den Flug sicher (Reinaud a. a. O., S. 211). Dasselbe Wort bedeutet auch diesen Pfeil selbst; bei *Bahâ al Dîn* (Vita Saladini ed. Schultens S. 150) wird er den Rohrpfeilen *Nuschschâb* parallel gestellt.

Die Araber betrachten verschiedene Männer als Erfinder des *Manǵaniq*. *Ta'âlibi* nennt als solchen in den *Laṭâif al Ma'ârif* S. 7 (Ergötzlichkeiten der Kenntnisse) den heidnischen König *Ǵadîma al Abrasch* aus *Ḥîra*, ebenso *Sujûtî* (vgl. Quatremère, Mong. S. 284), *Ibn Rusteh* S. 199 dagegen den *Nimrûd*.

Einige Stellen aus arabischen Schriftstellern über den *Manganîq* und die *Dabbâba* seien im folgenden mitgeteilt.

Nach Schwarzlose vergleicht der Dichter *Umajja Ibn Abû 'Âiḏ* die Schnelligkeit des Laufes einer Kamelin mit dem Fluge des Steines der Kriegsmaschine. *Abû Naǵm* beschreibt ihre Wirksamkeit sehr treffend: es ist, als ob sie eine *Ǵinnin* sei, an deren Kopfe sich Stricke befinden. Sie ruht, dann bäumt sie sich, während ihr große Steine entfahren.

Bei dem Dichter *Mutanabbî* heißt es von einem Araber (vgl. S. de Sacy, 1. Aufl. Bd. 3, französisch S. 18, arab. 24/25): Es erreichen die großen *Manǵaniq* in seiner Hand subtiles (kleine Gegenstände), woran sich schon vergeblich die Bogen mit Schleudersteinen abgemüht haben.

Wâḥidî, ein Kommentator, bemerkt a. a. O. (S. 68) dazu: Er ist imstande zu tun, was kein anderer als er kann, so daß er mit dem *Manǵaniq* trifft, was ein anderer mit den Bogen, die Schleudersteine schleudern, nicht trifft.

Den Bericht eines Augenzeugen über die Beschießung von *Mekka* 692 durch *Ḥaǵǵâǵ* im Kampf gegen *Ibn Zubair* gibt *al Ṭabari* in seinen Annalen (ed. de Goeje, Serie 2, Bd. 2, S. 844). Nach Aufführung der verschiedenen Berichterstatter heißt es; *Jûsuf Ibn Mâhaka* sagt „Ich sah den *Manǵanîq*, mit dem man schoß". Dann wird von einem sich erhebenden Unwetter berichtet, das die Syrier in Schrecken versetzt. Darauf hob *Ḥaǵǵâǵ* selbst den Stein des *Manǵaniq* auf und legte ihn auf diesen.

Hieraus sieht man, daß damals die Geschoße nicht sehr groß gewesen sein können.

Der Brand an der *Ka'ba* hat bei der ersten Belagerung 683 stattgefunden, war aber durch Nachlässigkeit der Belagerten und nicht durch Brandpfeile entstanden (Wellhausen, Das arabische Reich etc. S. 103. Berlin 1902). Auch bei *Abu'l fidâ* wird der *Manganîq* bei der Belagerung von Mekka und die Erschütterung der *Ka'ba* durch denselben erwähnt (Annales Bd. 1, S. 398 u. 406). Ältere Quellen vgl. bei Schwarzlose.

Bei der Belagerung von *Kamḥ* (149 d. H. = 766 n. Chr.) wurden von den Muslîmen *Manǵanîq* und *Dabbâba* verwendet. Gegen die von den ersteren geschleuderten Steine suchten sich die Belagerten durch Schutzwände aus Holz zu schützen (*Balâḏurî* ed. de Goeje S. 184/185).

Von den *Manǵanîq* und ihren zerstörenden Wirkungen berichtet auch *Usâma* α); er erzählt, daß die Griechen gegen *Schaizar* (1138) schreckliche *Manganîq* aufgestellt hatten, die sie aus ihrer Heimat mitgebracht hatten, diese vermochten 25 *Raṭl* β) zu schleudern auf eine Entfernung, welche selbst Holzpfeile nicht erreichen. Dann werden eine ganze Anzahl von Verheerungen beschrieben, welche diese Kriegsmaschinen angerichtet.

Kamâl al Dîn γ) berichtet in seiner Chronik von Aleppo, daß bei der Belagerung von *Schaizar* die Griechen 16 *Manǵanîq* und 4 *Lu'ba* aufstellten. [Die letzteren sind wohl kleiner als die ersteren, werden aber sehr selten erwähnt. Das Wort heißt wörtlich Spielzeug; obige Bedeutung fehlt bei Dozy und Freytag.] Nach Derenbourg hängt es vielleicht mit λιθόβολος zusammen.

In *Bahâ al Dîn*, Leben Saladins, wird sehr oft der *Manǵanîq* erwähnt, besonders bei der Belagerung von Akkon.

Bei *Bahâ al Dîn* (Schultens S. 132, französische Ausgabe S. 176) heißt es bei einer anderen Gelegenheit ferner etwa: Als so die *Muslîm* sich zwischen die Zelte der Feinde gemacht, gaben diese die Sorge um die *Manǵanîq* auf, und auf sie fielen dann die Sternschuppen (Feuerregen) der *Zarrâq* (Feuerwerker, der Naphta schleudert, vgl. w. u.), die mit Feuer auf sie schossen.

In der von *'Imâd al Dîn* verfaßten Eroberung Syriens und Palästina's werden ebenfalls bei der Belagerung von Akkon der *Manǵanîq*, die *Dabbâba*, der Widder erwähnt und ihre Wirkungen in poetischer Form geschildert (Ausgabe von Graf v. Landberg. Leyden 1887, S. 359 ff.).

Bei den Kämpfen um Damiette von den Franken (1218/19 Kugler,

α) *Usâma Ibn Munqiḏ*, Memoiren eines syrischen Emir aus der Zeit der Kreuzzüge, arab. Text. Paris 1886, S. 83 u. 84. Bearbeitung von Derenbourg. Paris 1889, S. 158 u. 159. Deutsche Übersetzung von G. Schumann. Innsbruck 1905, S. 162.

β) Das *Raṭl* hat je nach den Gegenden das Gewicht eines Pfundes und mehr.

γ) Recueil des historiens des Croissades. Historiens Orient. Bd. 3, S. 677. Paris 1884. R. Röhricht, Beiträge z. Geschichte der Kreuzzüge. Bd. 1, S. 306 ff.

Geschichte der Kreuzzüge, S. 315) benutzte Kriegsmaschinen erwähnt *Ibn al Aṯîr* (Darembourg et Spiro, Chrestomathie S. 45) wo es heißt: Sie warfen mit dem *Manǵaniq* und dem *Ǵarch* nach dem Heer der *Muslim*.

Eine Art des *Manǵaniq* wird von *Ǵaubarîa*) (Druck von Damaskus S. 60; vgl. Beiträge IV, S. 388) im 8. Abschnitt über die Enthüllung der Geheimnisse der Kriegsführung und des Instrumentes der Waffen beschrieben.

Wenn die Angaben auch zu knapp sind, um sich ein vollkommenes Bild von der Konstruktion zu machen, so möge doch eine Übersetzung der betreffenden Stelle hergesetzt werden. Sie lautet etwa: Und ebenso ist die Konstruktion eines *Manǵanîq*, welcher nach allen Seiten wirft. Man stellt einen *maǵribinischen Manǵanîq* her, der zwei Rollen (*Bakra*) auf seiner Seite hat, ähnlich den Rollen an dem Wasserrad (*Daulâb*) des Bades; an ihrem oberen Ende bei der Sau (*Chanzîra*) befindet sich ebenfalls eine Rolle. An ihr befinden sich Balken (*Ashum*), die so eingerichtet werden, daß sie diese Sau erreichen. Er (der *Manǵaniq*) wirft von den anderen Seiten mittels dieser Schraube β). Diesen *Manǵaniq* hat der Scheich *'Abd al Ṣamad* bei Damiette im Jahre 617 (1221 n. Chr.) benützt (vgl. oben und A. Müller, Der Islam S. 163; Kugler, a. a. O., S. 323).

Herrn Major E. Schramm in Metz, der sich um die Rekonstruktion der antiken Kriegsmaschinen so sehr verdient gemacht hat, verdanke ich folgende Mitteilung. Er glaubt, daß es sich um einen großen Palintonon (vgl. E. Schramm, Sonderabzug aus d. Jahrbuche d. Gesell. für lothring. Geschichte u. Altertumskunde Bd. 16. 1904) handelt. Die beiden hinteren Rollen dienen zum Spannen. Die vordere Rolle diente zum Vorziehen der Diostra (an deren hinterem Ende das Geschoß aufgelegt wurde). Auf der Tafel III ist sie nicht zur Darstellung gebracht, da sie bei dem relativ kleinen Saalburggeschütz nicht vorhanden ist. Die *Ashum* sind die Bogenarme. Die Geschütze können nach allen Seiten schießen, da sie mit der Basis drehbar sind. Mit der Schraube ist jedenfalls die Richtschraube gemeint.

Wie groß später der *Manǵanîq* hergestellt wurde, dafür gibt uns weiter einen Aufschluß die Nachricht von *Abu'l fidâ* (Annales Bd. 5, S. 94), daß ein großer *Manganîq*, der der *manṣûrische* genannt wurde, 100 Wagenlasten entsprach. *Abu'l fidâ* selbst hatte ein Rad desselben zu transportieren. Er fand bei der endgültigen Eroberung von Akkon 1291 durch den Sultan *Malik al Aschraf* Verwendung.

Bei derselben Belagerung haben die Christen auch ganz leichte *Manǵanîq* verwendet; ein solcher war auf einem Schiff aufgestellt (*Abu'l fidâ*, ibid. S. 96).

Noch im 16. Jahrhundert wurden vereinzelt der *Manǵaniq* benutzt,

---

a) So lautet der Titel im Druck, nach de Goeje lautet er im Manuskript: Über die Enthüllung der Geheimnisse der Genossen der Waffen und des Krieges.

β) Von einer Schraube ist vorher nichts erwähnt.

so befanden sich in der Festung *Âsîr* solche, die Steine von einem Gewicht von mehreren hundert Zentnern schleuderten (P. Horn, Das Heer- und Kriegswesen des Großmoghuls, S. 35. Leiden 1894).

Eine sehr ausführliche Beschreibung von Belagerungsmaschinen, die bei der Belagerung von *Akkon* 1190 konstruiert wurden, gibt *Bahâ al Dîn* in seinem Leben *Ṣalâḥ al Dîn's* (Saladins). Es heißt etwa *α*): Zu diesen Maschinen gehörte eine sehr große mit Namen *Dabbâba* *β*). Sie ist mit eisernen Platten bedeckt, bewegt sich auf Rollen, durch die man sie von innen bewegen kann, und unter sie geht eine große Zahl von Kämpfen.

Man schiebt sie gegen die Mauer vor (Schultens hat *Ṣûr*, die französische Ausgabe richtig *Sûr*). Die Maschine hat einen großen Kopf auf einem gewaltigen Hals aus Eisen. Sie heißt *Kabsch* (Widder). Man stößt mit ihr mit großer Gewalt wiederholt gegen die Mauer, die dann einstürzt.

Nach Lane ist *Dabbâba* eine aus Häuten und Holz hergestellte Kriegsmaschine; sie wird gegen den unteren Teil einer Festung vorgeschoben. Man macht mit ihr eine Bresche, während innerhalb der Maschine sich Leute befinden, die durch sie vor Gegenständen, die von oben herab geschleudert werden, geschützt sind.

Die *Dabbâba* ist hiernach und nach der oben angeführten Stelle ein Schutzdach (eine Schildkröte) mit einem Widder (*Kabsch*); dem entspricht freilich nicht, daß es dort weiter unten S. 142 bezw. S. 188 heißt von der Verbrennung des Turmes des Widders.

Auch heißt es S. 167 bezw. S. 221 von der *Dabbâba*, daß sie über die Mauer geragt habe. Von dieser *Dabbâba* heißt es ferner, daß sie vier *Ṭabaqa* gehabt, die erste aus Holz, die zweite aus Blei, die dritte aus Eisen, die vierte aus Kupfer. Quatremère, der auch von einer ähnlichen *Dabbâba* (Hist. Mong. S. 284) redet, übersetzt *Ṭabaqa* mit Stockwerk; ebenso andere Gelehrte. Vielleicht ist das Wort besser als Schicht zu fassen, so daß vier Panzerungen der Maschine übereinander gelegen haben. Wie ein Stockwerk aus Blei hergestellt werden soll, ist nicht recht klar. — Trotz der Umkleidung mit Metallen gelang es doch, die *Dabbâba* nach vielen Bemühungen mit Naphta in Brand zu setzen, was bei einer mit einem Stockwerk aus Holz nicht schwierig gewesen wäre.

Bleipanzerungen werden übrigens auch bei Schiffen verwendet.

Für die *Dabbâba* gibt Quatremère zahlreiche Belegstellen, die der obigen entsprechen; in einem Fall wird angegeben, daß sie mit Widdern versehen waren (Quatremère, Hist. S. 284).

Mit der Bedeutung als Schildkröte paßt aber nicht eine Stelle im *'Jmâd al Dîn*: Die *Dabbâba's* ließen aus ihren Nestern die Adler der Armbrüste fliegen (Quatremère, Hist. S. 285).

Es scheint also das Wort für verschiedene Vorrichtungen benutzt worden zu sein.

α) Bei Schultens S. 141, in Historiens orient. S. 187.

β) In der französischen Ausgabe fehlt *Dabbâba*, wohl weil unten noch einmal als Name der Maschine Widder aufgefaßt ist.

Türme, die aus Holz konstruiert waren und mit Eisen und Leder bedeckt waren, erwähnt Quatremère (Hist. S. 286).

Eine zweite bei *Bahâ al Dîn* a. a. O. beschriebene Kriegsmaschine ist eine *Qubba* Kuppel, in der sich Männer befinden. Der Kopf ist entsprechend der Form einer Pflugschar zugeschärft. Der Kopf des Turmes ist rund, und dieser zerstört durch sein Gewicht und ferner durch seine Spitze. Man nennt ihn *Sinnaur* (Katze). An ihm befinden sich Schutzdächer und Leitern.

Hinzugefügt wird noch, daß die Franken Kriegsschiffe mit Schnäbeln (Enterbrücken *Churṭûm*) bauen, die sie durch wunderbare Bewegungen auf die Mauern legen, so daß für die Streiter ein Weg geschaffen wird.

Von der Masse der Kriegsmaschinen gibt eine Vorstellung die Angabe bei *Bahâ al Dîn*, daß das Gewicht des Turmes des Widders 100 syrische Talente (*Qintar*) betrug. Ein Talent wiegt 100 Pfund (*Raṭl*), ein syrisches Pfund wiegt $4^1/_2$ mal soviel als dasjenige von *Baǵdâd*. Der Verfasser hat das Ende der Maschine gesehen und gibt an, daß es die Gestalt der Stange (*Sufûd*) gehabt, die sich an dem Stein der Mühle (*Madâr*) befindet *a*).

Ein eingehendes Studium der Konstruktion der Kriegsmaschinen wird vieles für die Technik bei den Arabern kennen lehren. Hoffentlich wird bald das Werk von *Ḥasan al Rammâḥ Naǵm al Dîn* und das Leydener Kriegsbuch Alexanders veröffentlicht werden.

---

a) *Madâr* ist die Mühle, bei der ein Lasttier den Mühlstein dreht (Dozy Suppl. Bd. 1, S. 474). *Sufûd* ist also die Stange, an der einerseits das Tier befestigt ist, und die anderseits mit dem Mühlstein verbunden ist.

Zweiter Abschnitt.

Über die Mechanik[1]) (*Ḥijal*) der Bewegungen (aktiv) des Wassers und die Anfertigung der wunderbaren Gefäße und über das, was damit zusammenhängt von der Anfertigung der Instrumente, die sich (infolge ihres Wesens, ihrer Konstruktion *bi ḏâtihâ*) automatisch[2]) bewegen.

[1]) In diesem Fall hat *Ḥijal* sicher die Bedeutung „sinnreiche Vorrichtungen".

[2]) Da aus allem hervorgeht, daß die Quellen des *Chârizmî* das Werk Herons *περὶ αὐτοματικῆς* benutzt haben, so ist zu übersetzen *al mutaḥarraka bi ḏâtihâ*, die sich von selbst, automatisch, bewegen; vgl. hierzu Heron Mech. S. XVIII.

In der von G. Jacob herausgegebenen Türkischen Bibliothek Bd. 5, S. 81 findet sich *ḏaten* in der Bedeutung „mechanisch, automatisch".

Vorübergehende geben einem Mönche „mechanisch" Ohrfeigen, weil sie daran gewöhnt sind.

[15] Bewegungen vermittelst Wassers, welche infolge ihres Wesens (automatisch) ziehen, erfolgen dadurch, daß man ein Becken *(Iǵǵâna)* oder eine entsprechende Vorrichtung, die am Boden durchbohrt ist, leer oberhalb des Wassers anbringt und an ihm Schnüre wie an den Schalen einer Wage *(Mîzân)* befestigt. An diesen Schnüren befestigt man die Körper, deren Bewegungen man erzeugen will. So oft das Becken voll ist, sinkt es im Wasser zu Boden, und die Schnüre ziehen an dem, was an ihnen befestigt ist, so daß dadurch eine Bewegung entsteht. Und bisweilen werden diese Bewegungen in Einklang gesetzt mit Gattungen von verschiedenen Bildern[2]). Von diesen sind die einen feiner (sinnreicher) als die andern, und sie sind einbegriffen in dem, was ich berichtet habe[3]).

[1]) Statt „*wa mâ*" ist, wie auch eine Handschrift gibt, zu lesen „*bi mâ*".

[2]) Es heißt dies wahrscheinlich: „durch diese Bewegung werden Bewegungen von verschieden gestalteten Gegenständen erzeugt", wie sie bei Hero in den Automaten beschrieben sind.

[3]) Dies heißt wohl: „diese Bewegungen haben im Prinzip die gleiche Ursache, die ich erwähnt habe."

Es gibt auch noch eine andere Art:

[16] Man fertigt ein hohles Gefäß aus Messing oder einem ähnlichen Stoff an, das keine Öffnung besitzt, aus der Luft austreten kann. Man bringt es in einen Eimer *(Saṭl)* oder ein ähnliches Gefäß. Dann gießt man behutsam Wasser in den Eimer und in dem Maße, wie das Wasser zunimmt, steigt dieses Gefäß in die Höhe; dabei hebt es etwa an ihm angehängte (mit ihm verbundene) Körper in die Höhe. Auf diese Weise entstehen wiederum Bewegungen. Das hohle Gefäß heißt *al Dabba*.

Dabba (so haben die *Mafâtîḥ*, während C. de Vaux *Dubba* schreibt) ist zunächst der Kürbis, ferner ein großes rundes Gefäß mit einem Boden für Flüssigkeiten (Redhouse).

Bei der Wasseruhr des Archimedes ist *al Dubba* ein halbkugelförmiger Schwimmer, der sich in dem Wassergefäß der Wasseruhr bewegt, mit ihm ist eine Schnur, die um eine Rolle (*al Bakra*) geht, verbunden; diese dreht sich beim Sinken des Schwimmers. Es heißt dort (J. asiat. Bd. 17, S. 306): „Dann benutzt man eine Gurke (*Qar'a*) von Kupfer zum Messen des Wassers, sie ist dasjenige, was man *al Dubba* nennt."

Bei *Riḍwân's* vollkommener Uhr heißt der eine Schwimmer *al Ṭafâf*, was er als *al Dabba* definiert; es ist dies der Schwimmer, der auch bei der sog. Uhr des Archimedes vorkommt. Der andere von *Riḍwân* benutzte Schwimmer heißt *'Awwâm* (wörtlich Schwimmer). Verschiedene Handschriften der Pneumatik haben (S. 85) teils *Dabba* teils *'Awwâm*.

Schwimmer, wie sie oben beschrieben sind, sind auch in Philon Pn. (z. B. S. 88 ff. und S. 176 ff.; vgl. auch C. de Vaux, Bibl. math. Bd. 1, S. 37. 1900) geschildert. Auf ihnen sind Figuren befestigt, welche in die Höhe steigen, oder Stäbe, die Bewegungen von Flügeln u. s. f. bedingen. S. 88 bezw. 176 heißt es „eine *Dabba*, die auf dem Wasser schwimmt wie die *Dabba* der Wasseruhren", hieraus sieht man, wie verbreitet diese Uhren waren; vgl. auch Beiträge V, S. 408.

Über die Bewegungen, welche durch anderes als durch Wasser entstehen.

[17] Hierher gehören diejenigen, die durch Sand, Senfsamen und Hirse *(Gâvers)* bewirkt werden. Dazu verwendet man einen Apparat von der Gestalt eines langen Rohres *(Barbach)*; an dem untersten Teil desselben macht man ein kleines Loch, sein oberes Ende ist dagegen offen. Dann wird es mit Sand oder Senfsamen oder etwas entsprechendem gefüllt. Auf diese wird ein Stück Blei *(Raṣâṣ)* gelegt, das Blei ist an einem Faden oder an einer Schnur befestigt, an denen das, was man zu bewegen hat, befestigt ist. Hierauf stellt man das Rohr lotrecht *(muntaṣiban)* auf, damit der Sand oder die anderen Substanzen am unteren Ende austreten können. So oft der Sand sich vermindert, bewegt sich das Blei nach abwärts und setzt den mit ihm verbundenen Gegenstand in Bewegung. Bisweilen werden dementsprechend wunderbare Bewegungen auf verschiedene Weise ermöglicht.

al Barbach ist ein weites Rohr; es speziell als irdenes Rohr zu bezeichnen geht nicht an, da *Riḍwân* es aus Metall herstellt. Auch bei *Iṣṭachrî* (S. 316) kommen Röhren aus Blei vor.

Raṣâṣ ist hier sicher mit „Blei" und nicht mit „Zinn" zu übersetzen.

Anordnungen, wie sie hier beschrieben sind, finden sich bei Heron (Aut. S. 357 und 361) ausführlich beschrieben, er benutzt auch weite Röhren; bei ihm sind aber die Röhren kürzer, als der Araber anzunehmen scheint.

Ein Name für ein Rohr bezw. einen Heber (?) ist *Anṭûnîja*, das in *'Irâq Muzammala* heißt. Von ihm berichtet *Muqaddasî* S. 394. Sie bringen über die Mündungen der Quellen (von *Dainâwar*) die *Muzammala* und die *Anṭûnîja*, infolge davon geht das Wasser heraus, und die Gewässer fließen als Quellen ab.

Andere Namen für Röhren, Heber enthalten die folgenden Artikel.

Zu diesem Kapitel gehört die Herstellung der wunderbaren Gefäße. Zu den Apparaten derer, die sich mit diesen Gefäßen befassen (wörtlich den Genossen der Gefäße), gehört:

[18] *al Saḫḫâra* (der große Hexenmeister), den das Volk „*Sâriqat al Mâ*" (die Diebin des Wassers) nennt, ist das bekannte gebogene Rohr (*al Anbûba al ma'tûfa* Heber), welches aus Glas oder etwas anderem gefertigt wird. Sein eines Ende (*Ras*) wird in Wasser oder eine andere wässrige Flüssigkeit getaucht und an dem anderen Ende wird gesaugt, bis daß das Wasser zu diesem hingelangt und aus ihm ausfließt. Es fließt so lange fortwährend aus, bis daß das Ende, welches sich in dem Wasser befand, nicht mehr vom Wasser bedeckt wird. Das ganze ist aber nur möglich, wenn das Ende, an dem man saugt, tiefer liegt als die Wasseroberfläche. Liegt es [das Ende] höher, so fließt es [das Wasser] nicht aus ihm [dem Ende] aus.

Bei Philon Pn. kommt das Wort „*Saḥâra*" (C. de Vaux schreibt es mit einem „*ḥ*") mehrfach vor. C. de Vaux gibt als Bedeutung an „Stroh, Pipette, Rohr". *Saḥâra mu'awwaǵa*, und *Saḥâra miṣrija* krummes oder ägyptisches Rohr d. h. Heber, das Wort für sich kann einen Heber bedeuten (das *mu'awwaǵa* entspricht dem griechischen *κάμπυλος*). Die Bedeutung Pipette ist dadurch gesichert, daß es die Vorrichtung bedeutet, mit der man Wein aus einem Gefäß in die Höhe saugt (Philon Pn. S. 125); zahlreiche andere Stellen belegen die Bedeutung Heber.

Die ursprüngliche Bedeutung von *Saḫḫâra* dürfte aber großer Hexenmeister sein, da den Arabern die Erscheinung des Ausfließens aus den Heber als etwas wunderbares erschien (Die Bildung *Saḫḫâra* entspricht *'Allâma* „ein sehr gelehrter Mann").

Der gewöhnliche Heber ist in Heron Dr. (S. 29 Fig. 1) abgebildet, da er aber hier in Verbindung mit Hexenmeister und dem strangulierten Heber genannt ist, so ist wohl an eine Anordnung wie Fig. 14b, S. 82/83 a. a. O. gedacht.

Zu *Sâriqat al Mâ* vgl. auch Beiträge V, S. 420.

[19] *al Saḫḫâra al machnûqa*, der strangulierte Hexenmeister (Kapselheber), welcher bei dem Becher des rechten Maßes angewandt wird; der Becher des rechten Maßes[1]) ist ein Gefäß, das [besonders] angefertigt wird; in ihm befindet sich ein Rohr über einem Rohr. Das obere ist durchlöchert und der unterste Teil des Gefäßes ist durchlöchert. So lange das Getränk (Wein), welches in dem Gefäß sich befindet, tiefer steht als das Ende des unteren Rohres, bleibt es (das Getränk) in ihm. Steht es aber oberhalb desselben, so fließt das Getränk

aus dem Loch, welches sich in dem Boden des Gefäßes befindet. Von ihm bleibt nur die Menge, die von den beiden Röhren bewahrt wird (zwischen ihnen sich befindet). (Zauber- oder Tantalusbecher.)

[1]) Wird oft als Becher der Gerechtigkeit übersetzt.

Ein Becher des rechten Maßes ist bei Philon Pn. S. 188 beschrieben.

Der Becher des richtigen Maßes ist auch bei *al Anṣârî* etc. erwähnt (vgl. Beiträge V, S. 424). Er muß sehr allgemein bekannt gewesen sein, es heißt z. B. bei *Ḥâfiẓ* Nr. 208,2 (ed. Brockhaus): Schenke ein im *Ǵâm-i-ʿidl*, (dem Becher des rechten Maßes) kredenze Wein.

Eine Verwendung des Bechers des richtigen Maßes bezw. strangulierten Hebers beschreibt C. de Vaux (J. asiat. Bd. 17, S. 319), er dient dort zum zeitweisen Anblasen von Musikinstrumenten. Eine solche Vorrichtung füllt sich allmählich und fließt dann plötzlich aus (an der betreffenden Stelle gegen Ende ist wohl statt „*maknûn* verhüllt" „*makîn* in fester Stellung" zu lesen.

Der strangulierte Heber heißt ebenso im Griechischen; es heißt bei Heron Dr. S. 49 u. 41: „Es gibt auch noch einen anderen Heber, der der mittlere (*μέσος*), gewürgte (*πνικτός*), durchgehende (*διαβήτης*) heißt. — Er ist abgebildet Heron Dr. S. 40/41 Fig. 4, S. 82/83 Fig. 14a, auch in Philon Dr. S. 480/481 Fig. 117 und in Philon Pn. S. 129.

[20] Und *al Saḥḥâra* ist ferner das Gefäß, dessen Boden siebartig durchlöchert (*muǵarbal*) ist, und das einen engen Hals hat, und das man mit Wasser füllt. Wird es dann an der Mündung mit dem Finger verschlossen, so fließt kein Wasser aus den Löchern des Siebes; die vulgäre Bezeichnung ist *al Ǵaim* (der Durst).

Der oben beschriebene Apparat ist unser Zaubersieb, es ist abgebildet in Heron Dr. S. 56/57 Fig. 8, bei Philon Dr. S. 482/483 Fig. 118 und bei Philon Pn. S. 130. Das *Ǵirbâl*, Sieb, mit dem das obige Partizip *muǵarbal* zusammenhängt, ist zunächst ein Riemensieb, d. h. es besteht aus einem Geflecht von schmalen Hautstreifen. Von den beiden Arten von Riemensieben *Ǵirbâl* und *Kirbâl* ist nach Wetzsteins Differenzierung das erste dasjenige mit den größeren Augen. Das Haarsieb heißt Munchul (Wetzstein, Über die Siebe in Syrien. Z. S. D. Palaestinavereins Bd. 14, S. 1. 1891).

Bei Philon Pn. heißt das Sieb oft *Miṣfât* (Seiher) oder auch *Miṣfât muǵabala*, es besteht aus einzelnen Löchern, die in die Wand eines Gefäßes oder in eine Platte gebohrt sind.

[21] *al Baṭjûn*[1]) (?) ist der Hahn (*al Bizâl*); er wird aus einem Rohr (*Anbûba*) hergestellt, in das man ein Loch gebohrt hat. In das Loch des Rohres wird ein anderes eingesetzt, das senkrecht (zu dem ersten) steht und sich in ihm dreht; er

dient zum Öffnen und Versperren. Das an dem Gefäß befestigte Rohr heißt das Weib *(al Unṯà)*, und das Rohr, welches in das Loch eingepaßt ist, heißt der Mann *(al Dakar)*.

Ebenso heißt bei allen entsprechenden Anordnungen bei der Verwendung von Röhren *(al Anbûb)* und Röhren *(al Barbach)* und Kanälen *(al Qanâ)* der eindringende (innere) Teil Mann und der Teil, in den eingedrungen wird (äußere) Teil, Frau. Ebenso ist es bei den *Narmâdaǵât* und ähnlichem. Der Mann des Hahnes heißt auch *al Sahm* (der Pfeil).

[1]) *al Baṯjûn* ist wohl das griechische ἐπιτόνιον oder ἐπιστόμιον, der in die Mündung eines Gefäßes gesteckte Hahn.

Das arabische Wort für Hahn findet sich verschieden geschrieben, so *Biṯûn* bei Philon Pn.; das Pariser Msk. des *Ǵazarî* schreibt *Fitûn*, das Leydener *Faṯjûn*, ebenso der Gothaer Text der *Benû Mûsà*. Bei *Riḍwân* heißt der Hahn *Baṯjûn*, eine Vorrichtung zum Öffnen der Türen an der Uhr *Bazjûn*. In verschiedenen Handschriften (so bei *Ǵazarî*, bei *Riḍwân* bei Philon Pn. bei den *Benû Musà*) sind Hähne und deren Teile abgebildet, mit z. T. sehr zierlichen Griffen.

Das Wort *Narmâdaǵât* ist der Pluralis eines arabisierten persischen Wortes *Nermâdegî*, nach den Lexicis eine Art von Schlüsseln. Das Wort *Nermâdeh* setzt sich zusammen aus *Ner* = Männchen und *Mâdeh* = Weibchen; die Zusammensetzung entspricht also zwei ineinander passenden Dingen, z. B. Schlüssel und Schloß.

Das obige Wort und die Bezeichnung „Mann und Frau" für zwei ineinander gepaßte Teile, z. B. bei Röhren, kommt auch sonst vielfach vor. Wir wollen wenigstens einige Stellen aufführen.

In verstümmelter Form hat es Carra de Vaux (J. asiat. Bd. 17, S. 321 u. 322; in Philon Pn. S. 235 hat er selbst die Sache richtig gestellt). Auch Herons Mech. S. 37 hat das Wort verstümmelt, durch Feststellung der richtigen Form erledigt sich der Vorschlag von Nix (Heron Mech. S. XXXVIII) das Wort mit ἁρμογή in Verbindung zu bringen, von selbst.

In den Stellen (J. asiatique) handelt es sich um eingepaßte Tore sowie um Vögel, von denen es heißt: ihre Köpfe sind auf ihre Hälse sorgfältig angepaßt, so daß sie fest sitzen (*muhandam* vgl. w. u.)

Bei Heron S. 37 handelt es sich um die Herstellung eines Instrumentes zur Konstruktion ähnlicher Figuren, und Nix übersetzt das Wort mit Gelenk.

Ein Charnier bezeichnet das Wort bei der Beschreibung von Pumpen (C. de Vaux, Notices et extraits Bd. 38, S. 214).

Bei dem Zirkel (vgl. Wöpcke, Le compas parfait. Notices et extraits Bd. 21, S. 23 und 122. 1874) heißt das Gelenk *Nermâdaǵ*. An ihm werden eine „Frau" und ein „Mann" unterschieden.

Der Ausdruck Mann und Frau findet sich ferner im *Jâqût* (Bd. 1, S. 301, Z. 15—17) bei dem Artikel *Aṣnâm*. Dort heißt es etwa: „von

einer Quelle haben die Alten das Wasser nach der Insel *Qâdis* (Cadix) in *Chuzur* (Röhren) aus Fels, der als Mann und Frau ausgehöhlt war, geleitet". (Wüstenfeld gibt *Charaz*, doch ist nach de Goeje, Bibl. Geogr. Bd. 4, S. 225 zu lesen *Chuzur* = tubi aquae ductus.) Daß *Chuzur* geschlossene Leitungen sind, nicht offene Kanäle bedeutet, geht daraus hervor, daß es heißt, wenn sie an das Meer gekommen sind, so treten sie in dasselbe in den *Chuzur* aus Stein auf eine Strecke von 6 Meilen, wie wir erwähnt haben, ein, bis sie bei der Insel *Qâdis* herausgeführt werden. — (Der Artikel bei *Jâqût* über *Qâdis* selbst enthält nichts, was wesentlich zum Verständnis beitrüge.)

Diese Wasserleitung, die zum Teil unter dem Meere fortgeführt ist, ist sehr ausführlich von *al Maqqarî* beschrieben (Ausgabe von Krehl etc. Bd. 1, S. 124, bei Gayangos Bd. 1, S. 77). Sie ist zum Teil durch Berge geführt, zum Teil auf Aquädukten (Brücken auf Bögen), zum Teil auf Dämmen auf morastigem Terrain, zum Teil durch das Meer. *Ibn Sa'îd* (vgl. Gayangos Bd. 1, S. 310) sah sie noch im 13. Jahrhundert. Der durchquerte Meeresteil dürfte ein Ästuar gewesen sein. Auch bei *Maqqarî* kommt der Ausdruck Mann und Frau vor.

Die Verwendung des Ausdruckes „Mann und Frau" findet sich schon bei Vitruv (Vitruv lib. IX, cap. 8, ed. V. Rose, 2. Aufl. Leipzig 1879, S. 237. Übersetzung von F. Reber, Stuttgart 1865, S. 289), und zwar bei der Beschreibung einer Uhr. An einem Falz werden ein männlicher und ein weiblicher Teil unterschieden, ersterer soll in letzterem wie ein Hahn genau eingepaßt sein, sich aber doch leicht drehen (das letzte entspricht ganz dem arabischen *muhandam* und *maṭchûn* vgl. w. u.).

Für die beiden Teile des Hahnes kommen die Ausdrücke männlich und weiblich vor bei Philon Pn. S. 62 bezw. 145, ferner S. 104 a. a. O. C. de Vaux übersetzt robinet und clef). Für zwei ineinandergesteckte Röhren, die sich ineinander drehen, wird derselbe Ausdruck benutzt (Philon Pn. S. 62 und 63 bezw. 145 u. 146. Zu der Übersetzung von C. de Vaux vgl. W. Nix bei W. Schmidt, Berliner Philog. Wochenschrift Bd. 29, S. 1379. 1903). Eine andere Stelle heißt (J. asiat. Bd. 17, S. 315): „An dem einen Ende der Röhre bringt man einen Mann und ein Weib an, eingeschliffen (*maṭchûn*) wie das Tor".

Auch bei *Riḍwân* kommt ein in ein „weibliches" Rohr gestecktes „männliches" vor.

Bei den Beduinen ist von den beiden Teilen der Vorrichtung zum Feueranmachen, der aus einem wagerechten, weichen Holz bestehende Teil, die *Zenda*, weiblich, der senkrechte Teil aus hartem Holz, *Zend*, männlich. Der Funke ist das Kind (*Ṭifl*). (G. Jacob, Beduinenleben 2. Aufl. Berlin 1897, S. 91, dort finden sich noch weitere Verweise.)

Die Bezeichnung „Mann und Frau" im obigen Sinn findet sich bei vielen Völkerschaften, so in Deutschland (vgl. z. B. R. Wossidlo, Mecklenburgische Volksüberlieferung, Bd. 1, S. 73. Wismar 1797).

[22] *al Mej-Duzd* (der Weindieb), ein persiches Wort, dessen Bedeutung Weindieb ist (*Sâriq*[1]) *al Scharâb*), wird in

der Weise verwendet, daß man es mit Wein füllt und danach umkehrt. Dann fließt aus ihm nicht ein Dirhem aus, und dem Trinkenden wird vorgespiegelt, daß er seinen Inhalt bereits vollkommen erschöpft habe. Diese Vorrichtung heißt *Ǵâm al Ǵaur* (Becher der Willkür), wie sein Gegenteil (Gegenstück) Becher des rechten Maßes heißt, weil sein gesamter Inhalt, wenn man etwas in ihm (seinen Inhalt) über das richtige Maß erhöht hat, ausfließt.

[1]) Hier ist *Sâriq* als Masculinum, bei 18 als Femininum gebraucht.

Bei *Philo* Pn. sind S. 185 und folgende eine ganze Reihe von Weindieben beschrieben. Im wesentlichen bestehen sie aus doppelwandigen Gefäßen; in den Raum zwischen den beiden Wänden tritt der Wein ein und fließt nur aus, wenn man eine Öffnung in der Wand dieses Raumes öffnet oder einen Hahn dreht, sie entsprechen in gewisser Hinsicht unseren Zaubertrichtern (vgl. auch C. de Vaux, Bibl. math. Bd. I, S. 35. 1900; ein ähnliches Gefäß ist auch in Herons Druckwerken S. 66 beschrieben).

Von Werken aus dem Altertum handeln über Vexiergefäße etc. Herons Druckwerke, Philons Druckwerke. In der Einleitung zu ersteren sind eine Reihe von Verweisen gegeben.

Eine ganze Reihe von Vexiergefäßen, bei denen Zaubertrichter u. s. w. zur Anwendung kamen und die noch erhalten sind, hat R. Zahn abgebildet und beschrieben. (R. Zahn, Mitt. des archäol. Instituts, Athenische Abteilung Bd. 24, S. 339. 1899. Umschau Bd. 5, S. 229. 1901, ferner ist zu vergleichen K. Tittel, Der Pinienapfel als Röhrenschmuck. Rheinisches Museum (2) Bd. 60, S. 297).

Arabische Werke über Zaubergefäße sind oben erwähnt.

Noch sei hingewiesen auf die in J. de Fontana's Skizzenbuch (Münchn. Codex iconogr. 242), das aus dem Ende des 14. Jahrhunderts stammt, beschriebenen Zaubergefäße. Dort ist auch eine Vorrichtung behandelt, ähnlich der von *Riḍwân* zur Hebung des Wassers mit Feuer angegebenen (vgl. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe 1. Berlin 1795, S. 231).

In dem Werke von *al Ǵaubarî* (vgl. Beiträge V, S. 388) finden sich gleichfalls zwei Vexiergefäße beschrieben. Es heißt dort nach dem Leydener Text, mit dem der Druck (S. 129) übereinstimmt:

Über die Enthüllung ihrer Geheimnisse bei dem Becher der zwei Flüssigkeiten. Dazu gehört wer einen *Kûza*) herstellt, in dem sich zwei Flüssigkeiten befinden. Wollen sie einen *Kûz*, in dem sich eine weiße und eine rote Flüssigkeit befindet, herstellen, so nehmen sie eine Kanne (*Ibrîq*), die sie im Innern in zwei Hälften teilen. Dann machen sie zwei Löcher oben an den Hals (*Raqaba*) und zwei Löcher an dem Henkel. Wollen sie die rote Seite füllen, so verschließen sie die rechte Seite und tauchen es (das Gefäß) in Wasser von dem Stengel von Echium sericeum β). Ebenso verfahren sie, wenn sie die linke Seite füllen wollen. Und verstehe dies! — Über die Enthüllung der Ge-

heimnisse: Über die Herstellung eines *Kûz*, der so beschaffen ist, daß, wenn man ihn auf den Kopf stellt, nichts ausläuft, und wenn man ihn auf die Seite legt, es ausläuft. Die Beschreibung des Versuches ist nicht zu verstehen, auch die in einer Handschrift vorhandene Figur, die H. Dr. Juynboll so freundlich war mir mitzuteilen, hilft nicht.

α) *Kûz* ist eigentlich ein gehenkeltes Wassergefäß mit engem Hals ohne Ausguß. *Ibrîq* ist eine Kanne aus Metall mit weit geschweiftem Henkel und Ausguß.

β) *Sâq al Ḥamâm* (der Druck hat fälschlich *Ḥamâma*) ist nach Ascherson und Schweinfurt (Illustration de la flore d'Égypte) Echium sericeum (Vahl), eine Art Natterkopf. Von verwandten Arten ist bekannt, daß die Wurzel zum Rotfärben dient. (Ein anderer ähnlich lautender Pflanzenname ist *Râ'î al Hamâm* die Klette.

Der obige Abschnitt steht in dem Kapitel: Über die Enthüllung der Geheimnisse der Taschenspieler, die ja auch jetzt noch solche Kunststücke machen. Von ihnen heißt es, sie führten wunderbare Dinge aus, und sie seien die schlimmsten Lügner.

In dem in Beitrag IV erwähnten Zauberbuch findet sich S. 77 folgendes Kunststück angegeben.

Wie man Wasser und Wein in dasselbe Gefäß tun kann, ohne daß sie sich mischen. Fülle einen Becher zur Hälfte mit Wasser und lege auf die Oberfläche des Wassers ein Stück Brot von der Größe einer Nuß oder ein Stück von *Filîn*[1]). Dann gieße den Wein auf das Stück Brot oder das *Filîn* ganz langsam und verfahre langsam, damit durchaus kein Wein auf die Wasseroberfläche kommt. Ist durch diese deine Tätigkeit das Aufsteigen des Brotes oder des *Filîn* beendet, (d. h. ist es bis an die Oberfläche gestiegen), so bleibt das Wasser und der Wein in dem Gefäß, ohne sich irgendwie zu mischen.

[1]) Vielleicht ein französisches Wort für einen Stoff.

Über Zaubergefäße macht *al Anṣârî*[1]) gelegentlich der Besprechung der Wissenschaft der Magie (*Siḥr*) folgende ganz interessante Bemerkung.

„Einige von ihnen rechnen zur Magie die wunderbaren Werke, die auf der Schnelligkeit der Bewegung und der Leichtigkeit der Hand beruhen; dies ist aber keine Wissenschaft, sondern nur Taschenspielerei, wie einige zur Magie auch die wunderbaren Gefäße zählen, die sich darauf gründen, daß das Vakuum unmöglich ist, und die zu den Gebieten der Geometrie gehören."

Die ersten Ausführungen entsprechen unserem Ausdruck „Geschwindigkeit ist keine Hexerei."

[1]) *el Anṣârî* S. 75.

[23][1]) *al Muhandam* ist ein persisches Wort, das arabisiert ist; es ist abgeleitet von dem persischen Wort *Handâm*[2]). Es bedeutet, daß ein Gegenstand einem anderen genau angepaßt

ist, so daß seine Bewegung nicht möglich ist, trotzdem sie nicht fest verbunden sind oder durch Loth zusammengehalten werden.

[1]) Einige der folgenden Vorrichtungen sind keine Apparate, bei denen Wasser Anwendung findet, sie werden aber z. T. bei solchen benutzt.

[2]) Das persische Wort heißt *Endâm* und nicht *Handâm*.

Ich habe an der obigen Stelle *laṣiqa* mit fest verbunden sein, *laḥama* mit löten übersetzt. Indes kann beides löten bedeuten; so wird von Philon Pn. S. 48, Z. 6 von oben ersteres Wort vom Löten mit Zinn (*Qal'i*) benutzt und von *Riḍwân* sowohl vom Löten mit Blei (*Raṣâṣ*) wie mit dem Feuer, also dem Hartlöten.

Das Wort *Muhandam* kommt bei Heron Mech. S. 30/31 vor; es findet sich bei der Beschreibung eines Instrumentes zur Konstruktion ähnlicher Figuren, und zwar von zwei festverbundenen Scheiben. Es wird wohl verwendet, weil die beiden Scheiben nicht verlötet bezw. verleimt sind (vgl. dazu C. de Vaux, La mécanique etc. S. 56, ferner H. Nix und W. Schmidt, Heron Mech. XXXV und 31; diese übersetzten etwas anderes als C. de Vaux).

Der Ausdruck wird auch für die Verbindung der Steine an dem großen Steindamm bei *Ahwâz* benutzt. *Jâqût* Bd. 1, S. 412.

Ein Beispiel für *Muhandam* gibt Dozy (Suppl. Bd. 2, S. 766), wo es heißt: Ein Netzwerk (*Schubbâk*) aus zusammengefügten (*muhandam*) Seilen.

C. de Vaux übersetzt *Handâm* wohl abgemessene proportionierte Form. (Das „H" wäre nach Vullers syrischen Ursprungs.)

Das Wort *Handâm* findet sich ferner bei *Ibn Chaldûn* an den oben S. 15 angeführten Stellen. Slane übersetzt es mit Maschine. In einer Anmerkung zu der Stelle Bd. 2, arab. Text S. 207, Übersetzung S. 245, wo sie als mechanisches Hilfsmittel zur Unterstützung der menschlichen Kraft besprochen wird, wird auch nach *Ibn Chaldûns* Geschichte der Barbaren eine Naphtamaschine (Kanone, *Handâm al Nafṭ*)) besprochen. (Die Stelle ist Dozy Suppl. Bd. 2, S. 766 abgedruckt.)

[24] *al Maṭḥûn* (wörtlich das abgeriebene, wohl auch auf- oder eingeschliffene), ist dem *Muhandam* ähnlich, nur ist es leichter zu bewegen, sobald dies überhaupt möglich ist.

[25] *Bâb Maṭḥûn* (aufgeschliffenes Tor oder Spalt). Bei ihm ist ein „Mann" und eine „Frau". Der Mann dringt in die Frau, es läßt sich schließen und öffnen, und wenn es sich geschlossen hat, so ist es *Muhandam*, so daß kein Ausgang in ihm ist. Meist ist es von kegelförmiger Gestalt. Man sagt, es ist etwas in etwas eingeschliffen (eingerieben, *Intaḥan*), wenn es in ihm bewegt werden kann, ohne daß ein Zwischenraum zwischen ihnen vorhanden ist.

Es handelt sich hier um gut eingeschliffene Apparatteile.

Tahan heißt einschleifen und kommt bei *Ridwân* oft vor. Er verlangt, daß verschiedene Apparate mit Schmirgel (*Sunbâdaǵ*) sorgfältig ineinander eingeschliffen werden.

Carra de Vaux übersetzt in Philon Pn. (S. 75 u. 159) *muhandama*, *matchuna salâsa*, „sie (die Enden von Röhren) drehen sich mit leichter Reibung", es heißt aber wohl nur „angepaßt und eingeschliffen, so daß sie sich leicht bewegen".

[26] *Bâb al Midfa'* und *Bâb al Mustaq*. Sie befinden sich an den Werkzeugen der Naphtaschützen und an den Spritzen *(Zarrâqa)*.

Der Text ist nicht sicher überliefert, besonders für das Wort *Mustaq* sind verschiedene Lesarten vorhanden. De Goeje[1]) faßt *Bâb* als Kapitel und übersetzt „der *Midfa'* und der *Mustaq* gehören zu den Instrumenten, mit denen man Naphta schleudert, oder mit denen man mit Naphta bespritzt", und fährt etwa so fort „Das erstere Wort bedeutet im eigentlichen Sinne des Wortes Instrument, mit dem man treibt und später Kanone. *Mustaq* bedeutet Griff oder Griffel und Plektrum. Wahrscheinlich soll es hier den Stab bezeichnen, mif dem man das Feuer schleudert. Es bedeutet auch nach den *Mafâtîh al 'Ulûm* S. 237 ein chinesisches Musikinstrument". — Es heißt dort „*al Mustaq* ist ein chinesisches Instrument. Es heißt im Persischen *Bêscha muschta*". *Bêscha* ist die Hirtenflöte, *Muschta* ein längliches Stück Holz und läßt sich etwa mit „Ahle" übersetzen.

Nun ist aber in einem von C. de Vaux zusammen mit Philons Pn. publizierten Fragment S. 216 eine Pumpe beschrieben, die der Pumpe des Ktesibios entspricht (Vitruv lib. X, cap. 7, vgl. auch Heron Dr. S. 131). In ihm kommt vor ein *Bâb al Madfa'* und ein *Bâb al Manschaf*. Nach der Abbildung und dem übrigen Text sind diese Worte zu übersetzen „das Ventil an dem Ort, wo das Heraustreiben stattfindet und das Ventil an dem Ort, wo das Einsaugen stattfindet oder kurz Druckventil und Saugventil". Es sind Klappenventile, wie sie von den Alten bei Spritzen viel verwendet wurden. Solche sind uns noch erhalten nach einem Fund bei Chiaruccia (Heron Dr. S. XXXIII und einem neuen bei Metz (vgl. Trierische Zeitung vom 18. November 1905. Jahrb. d. Gesell. für lothr. Gesch. XVII 2, S. 6), die Herr Direktor J. B. Keune so freundlich war mir zuzusenden.

Mit dieser Bedeutung der Worte schließt sich der Abschnitt gut an den vorhergehenden *Bâb mathûn* an.

Mit solchen Maschinen konnte man auch leicht auf größere Ent-

[1]) De Goeje in Estudios de Erudición oriental. Extracto del Homenaja à D. F. Codera. Zu *Midfa'* ist zu vergleichen Reinaud, J. asiat. (4) Bd. 12, S. 193. 1848. (Hier gibt Reinaud als Bedeutung für *Midfa'* ein kleines eisernes Rohr (ressort) sowie Reinaud und Favé, J. asiat. (4) Bd. 14, S. 257 besonders S. 321. 1849.)

fernungen Naphta schleudern, wie das auch geschehen ist. Wahrscheinlich wurde dieses dann durch Brandpfeile entzündet.

Als Vorrichtungen zum Schleudern von Naphta kommen vor *Midfa* (Quatremère, Hist. S. 133 u. 290 s. oben), *Mukḥula* (ibid. S. 133 u. 290), das ist ein Gefäß, in das man brennbare Substanzen tut, und dann auch eine Maschine zum Schleudern von Geschossen bedeutet. Das Wort kommt auch als Name für ein astronomisches Instrument vor (*Mafâtiḥ* S. 235). Weiter dient dazu die *Naffâṭa*, von ihr sagt Quatremère (Jour. asiat. [ser. 4] Bd. 15, S. 219. 1850): es ist ein Instrument aus Kupfer, mit dem man Naphta schleudert (vgl. auch Hist. S. 134)*a*).

Außer Naphta, das ausgespritzt wurde, verwandte man auch mit Naphta gefüllte Töpfe (*Qârûra*), die man auf den Feind schleudert, diesen mußten dann wohl Brandpfeile nachgesandt werden. (Quatremère, Hist. S. 133.)

Über das Wort *al Zarrâqa* hat Quatremère in *Maqrîzî* (Histoire etc. Bd. II_2, S. 147) ausführlich gehandelt. Sie ist ein langes Rohr (*Anbûba*) aus Kupfer, man stellt es so her, daß die eine Hälfte dünn und ihr hohler Teil sehr eng ist, während die andere Hälfte dick mit weiter Bohrung ist. Man schneidet dann ein Stück Holz, dessen Dicke genau die weite Höhlung ausfüllt. Füllt man das Rohr mit Wasser und bringt man an seiner Mündung das Stück Holz an, so daß es sie vollkommen verschließt, so kann das Wasser nicht auf der anderen Seite ausfließen. In dem Maße aber, in dem man das Holzstück hineinschiebt, wird das Wasser aus dem engen Kanal ausgetrieben und spritzt bis zu einem gewissen Abstand.

Dann werden zahlreiche Stellen über die Verwendung der *Zarrâqa* zum Schleudern von Naphta besprochen.

De Goeje weist noch auf ein Zitat im Fihrist (S. 315, Z. 4) hin: „Das Buch, das von der Verwendung des Feuers, der Naphta und der Spritzen (*al Zarrâqa*) im Krieg handelt.“

Die Naphtatruppe kommt bei den Arabern häufig vor. Bei *Qazwînî* (Bd. 2, S. 348, Jacob Berichterstatter S. 66) heißt es bei der Besprechung der Stadt Tiflis: Da gab *Boġâ* der Naphtatruppe Befehl, und sie beschossen die Stadt mit Feuer und steckten sie in Brand. Da verbrannte die ganze Stadt, denn sie war von Föhrenholz, und es kamen 50000 Menschen um; dies geschah 238 d. H. = 852/3 n. Chr.

Die Naphtaschützen trugen, wie mehrfach berichtet wird, besondere Kleider, wohl aus Asbest, die sie gegen Unglücksfälle schützten, die ihnen infolge des Umgangs mit einer entzündbaren Substanz zustoßen konnten. Von einem Mineral, das in *Dar'a*, im Land der Berbern gefunden wird, berichtet *Abû 'Abd Allâh* [*Abû 'Ubaid al Bekrî*], daß man aus ihm Kleider

a) *al Naffâṭa* bedeutet nach dem *Mafâtiḥ* S. 213 auch die Konstellation *al Miġmara* — das Rauchfaß (Dorn, Astronomische Instrumente S. 63, vgl. auch *Ṣûfi* Déscription des étoiles fixes ed Schjellerup p. 250).

und Handtücher anfertigt, die man, wenn sie schmutzig sind, ins Feuer wirft; sie werden dann wieder rein, verbrennen aber nicht. Ebenso verwendet man ein in *Badachschân* gefundenes Mineral; aus ihm macht man Lampendochte. Das Feuer dringt in dieselben ein, sie verzehren sich aber nicht im Feuer (*Dimaschqi* Text S. 81, Übers. S. 95).

Nach *Abu'l Fidâ* (Geogr. S. 474) findet sich in *Badachschân* der Stein des Dochtes (*Hağar al Fatîla*), d. i. Asbest.

Weit ausführlicher ist der Bericht bei *Jâqût* (Bd. 1, S. 529). Von Minen in der Nähe bei *Badachschân* heißt es: In ihnen findet man auch den Stein *Fatîla*, er gleicht dem Papyrus (*Bardî*). Das Volk glaubt, daß er die Feder eines Vogels sei. Man nennt ihn auch *al Talq*; das Feuer verbrennt ihn nicht. Man legt ihn in Öl und zündet ihn mit Feuer an, dann brennt er wie ein Lampendocht. Wenn das Öl brennt, so bleibt er, wie er war, und keine seiner Eigenschaften ändert sich. Dies findet stets statt, so oft man ihn in das Öl legt und er brennt. Wirft man ihn in das lodernde Feuer, so verbrennt ihn dieses nicht. — Man webt aus ihm grobe Tischtücher. Sind diese schmutzig geworden und will man sie waschen, so legt man sie in das Feuer, und es wird das, was auf ihnen an Schmutz ist, von den Flammen verzehrt, es wird gereinigt und geht so rein daraus hervor, als ob nie auf ihm Schmutz gewesen wäre.

Asbest ist stets viel benutzt worden, so erwähnt *Evlija Effendi* (Bd. 3, S. 125), daß der wunderbare Teppich, welchen *Nûrschirwân* (*Khusrû I*) dem von ihm erbauten Kloster bei Ütsch Kilise geschenkt habe, aus Asbest gewesen sei und daß man in Cypern Asbestgewebe hergestellt habe.

Man tränkte auch die Gewänder mit Lösungen etc. verschiedener Substanzen, so solchen, die Talk, Alaun enthielten (vgl. Cl. Mullet J. asiat. (6 ser.) Bd. 11, S. 248. 1868), um sie unverbrennbar zu machen.

[27] *al Tachâtiğ* ist der Pluralis von *Tachtaja*[1]). Es sind große Bretter (*Lauh*); es ist ein arabisiertes Wort von *Tachtah*.

[1]) Das Maskulinum *Tachtak* ist nach C. de Vaux häufiger.

Lauh al Tarsîn ist das Zeichenbrett (G. de Slane J. asiat. (ser. 3) Bd. 11, S. 384. 1841). Es wird bei der Konstruktion der Planisphäre durch *Jdrîsi* erwähnt.

[28] *al Miljâr* und *al Minjâr* ist ein großes Gefäß, in dem man Wasser schöpft.

[29] *Surn*[1]) *al Rahâ* (Achse der Mühle) ist der Radkranz (*Dawwâra*), welchen das Wasser schlägt, und sie dreht sich.

[30] *Barkâr al Surn* sind dessen Flügel, es ist ein arabisiertes persisches Wort.

[1]) Das Wort wird *Surn* und *Şurn* geschrieben und heißt gewöhnlich Achse.

Der Sinn des Satzes in Nr. 29 ist wohl, daß die Achse der Mühlsteine auch der Träger derjenigen Vorrichtungen, d. h. der Flügel, ist, welche vom Wasser getroffen werden.

Rahà ist einer der Namen für die Mühle (Journ. asiatique Bd. 3, S. 413. 1844).

Das Wort *Surn* fehlt bei Freytag und Dozy. Dagegen gibt der Thesaurus syriacus, ed. Payne-Smith, S. 2742 eine Reihe von Aufschlüssen. Es heißt z. B. *Sarna* (die syrische Form) ist die Achse (*Miḥwar*), auf der sich die Mühle (*Rahà*) dreht. *Surn* ist die Achse der Rolle (*Bakra*) und der *Quṭb* und der *Qalb*. Der *Surn* und die abgedrehte (wohl das konische *machrûti*) Rolle sind es, welche die *Daulâb* an den Ufern bewegen. Die Achse (*Miḥwar*) ist der *Surn* der Mühle.

Mit dem *Surn* der Mühle und dem *Quṭb* wird auch die *Dawwara* der Mühle parallel gestellt.

Surn heißt auch Pol und auch Kreis, so als *Surn* der Sonne.

In der Bedeutung Achse kommt *al Surn* mehrfach in den von C. de Vaux im Anschluß an Philons Pneumatik publizierten Wassermaschinen vor.

Auch in der Beschreibung der Uhr des Archimedes findet sich das Wort (J. asiat. a. a. O., S. 318): „Man bringt an einen *Miḥwar* mit zwei *Quṭb* und es ist *al Surn.*"

Dawwâra bezeichnet nach Redhouse die Flügel (Schaufeln) einer Wassermühle. Nach Carra de Vaux (Philo S. 231) ist es ein Rad, er führt an, daß es solche mit Zähnen (*D̲ât Asnân*) und mit Flügeln (*D̲ât Aǵniha*) gebe.

Ein bei Philo (S. 193, s. auch S. 235) abgebildetes Schaufelrad, bei dem die ebenen Schaufeln direkt an der Achse ansitzen, heißt *Nâ'ûra*, vgl. unten S. 55.

Dawwârat al Mâ bezeichnet Wasserwirbel, wie sie durch das Zusammentreffen zweier entgegengesetzter Winde entstehen; *Iṣtachrî* S. 30. *Dawwârat al Bâb* ist der Drehzapfen der Türe (*Ibn Chordad̲beh* S. 166, Übersetzung S. 128).

Für die Mühle erscheint sehr häufig der zunächst aramäische Name *Ṭâḥûn* (vgl. Fränkel, Aramäische Fremdwörter S. 33).

Nach Dozy (Suppl. Bd. 2, S. 380 a) wäre eine Abart der Mühle *Qâ'idat al Ṭachûn*, doch bedeutet das wohl *Basis* der Mühle.

Die Handmühle heißt bei der syrischen Bäuerin *Ǵarûscha*, sonst bei den Beduinen *Raḥa* und hat noch die alte Einrichtung (Wetzstein Z. S. für Ethnographie 14 S. 465, 1882.

Sânija ist auch ein Name für eine Mühle für das Getreide, die durch Wasser bewegt wird; in diesem Sinn ist das Wort ins Spanische übergegangen als *aceña*. (*Edrîsî* ed. Dozy und de Goeje S. 320).

Die Mühle besteht aus zwei runden Steinen (*Raḥan*), deren unterer beim Mahlen auf dem Mehlfange (*T̲ifala*) ruht und eine Achse (*Quṭb*) trägt, um welche der obere sich dreht. (Vgl. G. Jacob, Beduinenleben, 2. Aufl., S. 88.)

Eine Handmühle aus der Nähe von Mosul beschreibt Layard.

(H. Layard, Niniveh und Babylon, deutsche Übers. S. 216. Leipzig.) Sie besteht aus zwei einfachen runden und flachen Steinen von etwa 18 Zoll Durchmesser, von denen der obere sich leicht um einen hölzernen Pflock bewegt und mit einem hölzernen Griff schnell umgedreht wird. Das Korn wird in das Loch, in welchem der Pflock läuft, aufgeschüttet und das Mehl in einem unter der Mühle ausgebreiteten Tuche gesammelt.

Von zahlreichen Mühlen (*Raḥà*), die in Fez (*Fâs*) sich befanden und von denen oft eine ganze Anzahl in einem Raume aufgestellt war, berichtet nach arabischen Quellen R. Dozy. (J. asiat. 3 ser.) Bd. 3, S. 413. 1844; vgl. Quatremère, *Al Bekrî*. Notices et extraits Bd. 12, S. 574, ferner Leo Africanus.

Ibn al ʿAuwâm (Bd. 2, S. 345) bemerkt, daß nach „der nabatäischen Landwirtschaft" das Mehl, das mit Wassermühlen erhalten wird, demjenigen vorzuziehen ist, das mit solchen, die von Tieren bewegt werden, gewonnen wird.

Über eine äußerst interessante Mühle berichtet *al Dimaschqî* (arab. Text S. 188, Übersetzung S. 254, der arabische Text hat auch eine Abbildung) *a*) folgendermaßen

Merend[1]) hat eine Mühle (*Ṭâḥûn*), die sich durch stehendes Wasser dreht, sie gehört zu den Wundern der Welt, der Zeit und der Kultur. Sie besteht aus zwei Steinen (*Ḥaǵar*), denen zwei Mühlräder (*Farâsch*[2])) entsprechen, von denen ein jedes sich durch sein Wasser (eine besondere Wasserzufuhr) dreht, es dreht dann von seinen beiden Mühlsteinen den oberen und malt das Korn. Die beiden Räder befinden sich auf den beiden Seiten innerhalb eines Gewölbes (*Qabw*), in dem sich aufgespeichertes und zurückgehaltenes Wasser befindet, etwa 1 Klafter (*Qâma*) tief und 6 Ellen lang und breit. In der Mitte dieses Gewölbes befindet sich ein Balken, der wie ein Querbalken in der Breite des Gewölbes hindurchgeht und auf beiden Seiten in dessen Wände eingelassen ist. Auf ihm, d. h. auf dem durchgehenden Balken befinden sich bleierne Röhren (*Barbach*), die fest mit einander verbunden sind, so daß sie gleichsam ein einziges Stück bilden, ihre Kehle (*Ḥalqûm*)[3]) ist geöffnet, und sie sind auf dem Balken (oberhalb des Balkens) nach dem Wasser hin umgebogen. Der eine Schlund (*Ḥalq*) ist geöffnet, und an ihm befindet sich eine Maschine (*Handasa*), mittelst deren das Wasser von etwa $^1/_2$ Elle an angesaugt wird, und er erhebt das Wasser in sich, es wird (empor) getragen und fließt, bis es sich vermöge einer Kraft (eines Antriebes) in die andere

---

a) Durch das Entgegenkommen der Verwaltung der k. Bibliothek zu Berlin konnte ich die dort befindliche Handschrift (Ahlwardts Katalog Nr. 6042 Spr. 13) benutzen. Sie ist eine Abschrift von der Abschrift von dem Original des Verfassers. Ihr Text weicht von dem publizierten mehrfach in Einzelheiten ab.

Die Figuren, die neben geographischen Gegenständen auch die Destillationsapparate, die Mühlen etc. wiedergeben, sind weniger elegant als diejenigen in Mehrens Publikation, aber sachlich korrekter.

Kehle herabläßt. Diese Kehle steht um eine bekannte Größe höher als das Wasser [in dem Bassin], von ihr fällt das Wasser herab und fällt auf die Schaufeln[4]) der Wasserräder. Das Wasser dreht das Rad und setzt den Stein in Rotation. Nach dem Fall des Wassers auf das Rad gelangt es zu dem Wasser selbst (d. h. zu dem Wasser in dem Becken). Ebenso wirkt der andere *Barbach*, der mit diesem *Barbach* fest verbunden ist; er hat dieselbe Länge und Weite und unterscheidet sich von ihm in dem Hals. Dieser (der zweite *Barbach*) hebt das Wasser von da, wohin er (der erste) es ausschüttet, und dieser (der erste) hebt es von da, wohin der andere es ausschüttet[5]). Das Wasser, das aufsteigt und herabsteigt, ist stets ein und dasselbe, es nimmt nicht ab und nicht zu. Es bewegt sich nur dadurch, daß diese beiden Kehlen es in verschiedener Weise aufschlürfen und dementsprechend ausgießen. Dies ist ein Bild des Gewölbes, des Balkens und der beiden *Barbach*. Und verstehe dies!

[1]) *Merend* ist das alte *Maranda*, liegt in Persien nordwestlich von *Tabrîz*.

[2]) *Farâsch* ist hier das Mühlrad, bei Dozy (Suppl. II, S. 253b) ist angegeben *Farâsch al Ṭâchûn*, das Rad der Mühle.

[3]) *Ḥalqûm* und *Ḥalq* werden hier wohl gleichbedeutend mit Ende des Rohres benutzt und deshalb verwendet, weil das Wasser eingesaugt und ausgeworfen wird.

[4]) *Risch* pl. *Arjâsch* heißt ursprünglich Feder, hier Schaufel; sie sind auch abgebildet.

[5]) D. h. das Wasser wird aus demselben Raum emporgehoben, in den es hineingeschüttet wird.

In den Abbildungen sowohl der Berliner Handschrift (B) wie der Publikation von Mehren (M) findet sich eine Reihe technischer Bezeichnungen und sonstiger Bemerkungen, die wir kurz besprechen wollen.

Die Zeichnung, welche die obige Mühle veranschaulicht, besteht zunächst aus einem mittleren Teil, dem Gewölbe, in dem der Motor sich befindet, und zwei seitlichen, in denen die Mühlen stehen. B hat bei diesen die Beischrift „Bild der Mühle", beide ferner „*Qâdûs al Qamḥ*" und „*Ǵabal*" (vgl. w. u.).

Den mittleren Teil schließt bei B ein Gewölbe, bei M ein ausgeschmücktes spitzes Dach ab; bei beiden steht „Bild des Daches des Gewölbes". Bei M steht darunter „dies ist die Mühle, die zu dem Wunderbarsten der Wunder gehört."

Bei M fehlt der Querbalken *'Amûd*, nur das Wort ist eingeschrieben, während er bei B selbst gezeichnet ist.

Über den Hebern steht bei M „Bild des Hebers (*Barbach*), welcher das Wasserrad (*Farâsch*) antreibt. Dies fehlt bei B, dagegen steht hier *Qadâs* oder *Qidâs*, das wohl die Bedeutung Wasserrad hat, falls nicht *Farâsch* zu lesen ist.

Ganz unten steht (bei M schwer zu lesen) „Abbild des ruhenden (*râkid*) Wassers; es steigt zu den Hebern empor, zu dem Wasserrade, die Steine drehen sich".

Längs der Heber steht bei M „das Wasser steigt zu dem Heber, indem es von dem ruhenden Wasser zu dem Wasserrad kreist."

Die obige Beschreibung entspricht einem oberschlächtigen Wasserrad; leider ist die *Handasa*, die Maschine zum Heben des Wassers, in den beiden Hebern nicht beschrieben; sie könnte aber sehr wohl der bei Philo Pn. S. 217 beschriebenen Pumpe entsprechen, von der ja neuerdings in Metz (s. oben) ein Exemplar gefunden ist. Was dem Orientalen so wunderbar erscheint, ist das scheinbare Perpetuum mobile.

Bei den Geographen der Bibliotheca Geographorum arab. findet sich keine entsprechende Angabe über *Merend.*

Von einem Gelehrten wird besonders hervorgehoben, daß er mehrere Türme zu *Ḥamâ* und eine Mühle am Orontes erbaut, sein Name ist *Scheich 'Alam -al Dîn Qaisar*, bekannt unter dem Namen *Ta'âsîf* (?), der ein Geometer und in den mathematnische Wissenschaften hervorragend war. Man sieht daraus, welche Bedeutung diesen Konstruktionen beigelegt wurde. (Abulfeda ed. Reiske Bd. 4, S. 479; Suter, Math. 143; s. auch Beiträge V, S. 454.)

al Maqqarî (arab. Text ed. Krehl u. s. w. Bd. 1, S. 124) berichtet nach *Ibn Ġâlib*, daß die Alten Wasser zu den Mühlen von Taragona mit schwachem Gefälle auf festgefügten Anordnungen (Bauten) führten, so daß man mit ihnen mahlen kann (der Text ist verderbt, da es heißt, sie führten Wasser vom Meer dahin, es muß heißen zum Meer).

Niebuhr (Beschreibung von Arabien, Bd. 1, S. 150. Tab. XVI) beschreibt und bildet ab eine Kornmühle (*Ṭâchûn al Qamḥ*) aus Ägypten. Ein Zahnrad, das durch ein Tier bewegt wird, greift in ein Stabrad ein. An letzterem ist eine nach oben gehende Achse befestigt, die den Läufer trägt, oberhalb desselben befindet sich der Trichter.

Wasser- und Windmühlen hat Niebuhr nicht in Ägypten gesehen.

Zum Zerpressen von Pflanzen dienen (Tab. XVII) horizontal liegende Steine mit einem vertikalen von einem Ochsen bewegten Läufer; er dreht sich um eine horizontale Achse und rollt dabei über einen unteren Stein.

Schiffsmühlen erwähnen die *Mafâtîḥ*: „*al 'Araba* ist eine Mühle, die auf einem Schiff aufgestellt ist, der Pluralis heißt *'Arab*".

Von Mühlen (*Ṭachûn*) wurden in der Gegend von *Schîrâz* für den Sultan Abgaben bezahlt. (*Iṣṭachrî* S. 158.)

Neben den Wassermühlen kommen bei den Arabern auch Windmühlen vor. Einige Nachrichten über dieselben sollen mitgeteilt werden.

Windmühlen werden bei den Arabern schon früh erwähnt. Bei *Ṭabari*[1]) sagt der *Chalîfe 'Omar I.* (634—644) zu seinem nachherigen Mörder, einem Perser *Abû Lulua*: „Ich habe erfahren, daß Du gesagt hattest, wollte ich eine Mühle machen, die mit Wind mahlt, so könnte ich das ausführen." Und er sagte „ja", und da sagte er [*'Omar*] „so mache mir eine Mühle" u. s. f.

[1]) Selections v. de Goeje, S. 1. Leiden 1902. *Mas'ûdi*, Prairies d'or Bd. 4, S. 227. Jacob, Beduinenleben, S. 89. H. Prof. Jacob, der mich auf die Stelle aufmerksam machte, will später auf dieselbe zurückkommen.

Über die Verwendung des Windes in *Seģistân* zum Treiben von Mühlen und Fortschaffen von Sand ist uns eine Reihe von Angaben erhalten, von denen einige auf dieselbe Quelle, nämlich *Istachrî*, zurückgehen.

Istachrî a) (S. 241) berichtet von *Seģistân*, und zwar in bezug auf die Gegend bei *Zaranģ*. Die Gegend besteht aus Salzboden β) und Sand und ist heiß. In ihr befinden sich Palmenwäldchen, und dort fällt kein Schnee. Das Land ist eben, und man sieht dort keinen Berg. Die nächsten Berge sind auf der Seite von *Farah*. Dort wehen stetig starke Winde, so daß man mit Rücksicht auf sie (unter ihrer Benutzung) Mühlen errichtet hat γ), die die Luft dreht.

Die dortigen Sandmassen wandern von Ort zu Ort. Und wenn sie nicht dagegen Hilfsmittel ersonnen hätten, so würden sie Ortschaften und Städte überfluten δ).

---

a) *Ibn Ḥauqal*, der bekanntlich *Istachrî's* Werk bearbeitete, hat fast wörtlich S. 299 dieselben Ausführungen.

β) *Sabcha* sind z. B. Seen, die sich in der trockenen Jahreszeit mit einer Salzkruste überziehen, wie sie z. B. in Algier vorkommen.

γ) *Ibn Ḥauqal* hat Mühlen, welche sie (die Einwohner) durch sie (die Winde) in Gang setzen.

δ) *Ibn Ḥauqal* drückt dies etwas anders aus.

Ich habe gehört, daß, wenn sie den Sand von einem Ort zu einem andern fortschaffen wollen, ohne daß er auf die Ländereien fällt, welche nach dem Sande zu liegen, sie um den Sand eine Vorrichtung wie einen Zaun aus Holz und Dornen und ähnlichem herummachen, höher als jener Sand. Am unteren Ende machen sie eine Türe. Durch diese tritt der Wind ein und läßt den obersten Teil des Sandes fortfliegen wie eine Windhose, so daß er sich in die Höhe erhebt und auf Sehweite niederfällt, wo er nicht schadet a).

---

a) Dies hat *Ibn Ḥauqal* etwas anders: „Ich habe gehört, daß wenn sie den Sand von einem Ort zu einem anderen fortschaffen wollen, ohne daß er auf die Erde fällt an einer Stelle, die an den Ort angrenzt, an dem sein Lagern und Herabfallen schaden könnte, so machen sie eine Art Wand aus Holz und Dorn oder etwas ähnlichem höher als der Sand u. s. w."

Von *Seģistân* berichtet *Mas'ûdî* (Prairies d'or, Bd. 2, S. 80). Es ist das Land der Winde und des Sandes; dies Land ist dadurch ausgezeichnet, daß in ihm der Wind die Mühlen dreht und das Wasser aus dem Brunnen herausholt, so daß es die Gärten bewässert. Es gibt auf der Welt (und Gott allein weiß es) keinen Ort, wo man häufiger von den Winden Gebrauch macht.

Auch *Qaswînî* Bd. 2, S. 134 berichtet unter dem Artikel *Seģistân* von den Mühlen. Er sagt: Dort ruht niemals der Wind, so daß sie mit Rücksicht auf ihn ihre Mühlen errichteten. Sie mahlen nur mit diesen

Mühlen. Es ist ein heißes Land und hat Mühlen, die auf der Anwendung des Windes beruhen.

Die Schilderung des Transportes des Sandes hat *Qazwînî* wie *Iṣtachri* und *Ibn Ḥauqal.*

Dieselben Angaben finden sich bei *Jâqût* (Bd. 3, S. 42) und *Abu'l Fidâ* (Geographie S. 340), der sich auf *Ibn Ḥauqal* stützt.

Eine sehr ausführliche Beschreibung der Windmühlen von *Seǵistân* mit Abbildungen findet sich bei *Dimaschqî* (ca. 1271) (Text S. 182 und Übers. S. 246).

Die Beschreibung der Windmühle lautet folgendermaßen.

In *Seǵistân* befindet sich eine Gegend, in der die Winde sowie Sandmassen häufig sind. Ihre Einwohner benützen die Winde zum Drehen der Mühlen und der Fortschaffung des Sandes von einem Ort zu einem andern, so daß die Winde ihnen unterworfen (dienstbar) sind, wie sie dem Salomo (Frieden sei über ihn) unterworfen waren. Bei der Konstruktion der sich durch den Wind drehenden Mühlen (Windmühlen) verfahren sie folgendermaßen. Sie bauen [ein Gebäude] in die Höhe wie ein Minaret, oder sie nehmen einen hohen Berggipfel oder einen entsprechenden Hügel oder einen Turm der Burgen. Auf diesen errichten sie ein Gebäude über einem anderen. In dem oberen befindet sich die Mühle (*Raḥâ*), die sich dreht und mahlt, in dem unteren befindet sich ein Rad (*Daulâb*), welches der dienstbar gemachte Wind dreht. Dreht sich das Rad unten, so dreht sich die Mühle auf dem Rade oben. Was für ein Wind auch wehen mag, so drehen sich jene Mühlen, trotzdem nur ein einziger [Mühl]Stein vorhanden ist [und das Bild ist so, wie Du dies siehst, und es ist etwa auf $^1/_8$ reduziert[1]) und das ist ein Bild des oberen und des unteren Hauses, und Gott weiß es besser].

[1]) Diese Angabe bezieht sich auf das nicht mehr erhaltene Original, denn sie steht in allen Texten in gleicher Weise, obgleich die Figuren verschieden groß sind. Offenbar hat dem ersteren eine sehr große Skizze beigelegen.

Haben sie den Bau der beiden Gebäude ausgeführt, wie es die Abbildung zeigt, so machen sie in das untere Gebäude vier Schießscharten (*Marmâ*)[1]) wie die Schießscharten[2]) an den Mauern (*Aṣwâr*)[3]), nur sind sie umgekehrt, indem ihr weiter Teil nach außen und ihr enger Teil nach innen gekehrt ist, ein Kanal für die Luft, so daß in ihm die Luft kräftig in das Innere eindringt, wie bei dem Blasebalg des Goldschmiedes. Das weite Ende befindet sich nach der Mündung und das enge nach innen zu, damit es für den Eintritt der Luft geeigneter ist, die in das Gebäude der Mühle eintritt, von welcher Gegend der Wind auch blasen mag[4]). Ist die Luft in jenes Haus durch den für sie in dem Gebäude der Mühle hergestellten Eintrittsort eingetreten, so findet sie ein für sie angebrachten *Sarîs*[5]) wie den *Sarîs*[6]) der Weber, welche auf ihm den Faden (*Ǵazl*) übereinanderschichten[7]). Die Vorrichtung hat 12 Seiten (Rippen) (*Ḍil'*); man kann bis zu 6 Rippen herabgehen. Auf ihnen ist Zeug (*Châm*)[8])

festgenagelt, ähnlich wie die Bekleidung der Laterne, nur ist es (das Zeug) auf die einzelnen Seiten verteilt[9]), so daß jede Seite bekleidet ist. Die Bekleidung hat einen Bausch, den die Luft ausfüllt, und den sie voranstößt[10]). Dann füllt die Luft den nächsten an und stößt ihn voran, dann füllt sie den dritten. Dieser *Sarîs* dreht sich dann; infolge seiner Umdrehung dreht sich der Mühlstein und mahlt das Korn.

Solcher Mühlen bedarf man auf hohen Burgen und an Orten, die wenig Wasser, aber eine lebhafte Luftbewegung haben.

¹) *Marmâ* bedeutet gewöhnlich den Ort, wohin geschossen wird, das Ziel, hier dagegen den Ort, an dem geschossen wird, die Schießscharte. Gütigen Mitteilungen der Herren Professor Dr. *Sarre* und Dr. *Mittwoch* verdanke ich die Nachricht, daß in den arabischen Festungen Schießscharten vorkommen, die in der Form den Schießscharten an europäischen mittelalterlichen Festungen gleichen, d. h. sie sind innen weit und verengen sich bis zu einem schmalen Spalt nach außen hin.

²) „Schießscharten" fehlt in der Berliner Handschrift.

³) Statt *Aṣwâr* ist wohl *Aswâr* zu lesen, indes kommt auch die Form *Aṣwâr* für Mauern vor (vgl. z. B. S. 127).

⁴) Dazu sind vier Luftöffnungen angebracht. Dieselben müssen aber wohl geneigt gegen die Wand angebracht gewesen sein.

⁵) Statt *Sarîs*, wie der gedruckte Text hat, scheint in der Handschrift zu stehen *Sarbas*. Das Wort habe ich nicht finden können, der Sinn ergibt sich aus dem folgenden.

⁶) Statt dieses Wortes hat die Handschrift *Mikabba*, „Haspel" ist der Ort, wo man den Faden aufwickelt, oder die Vorrichtung, durch die man Faden aufwickelt.

⁷) Mehren hat „*jasaddûn*", die Handschrift „*jasnadûn*".

⁸) *Châm* (persisch = roh) ist rohes, ungebleichtes Leinen etc.

⁹) Mehren hat *mustaqîm*, der Text besser *muqassam*.

¹⁰) Man hat also von einer vertikalen Achse ausgehend oben und unten je zwölf radiale Stäbe; zwischen je einem oberen Stab und dem entsprechenden unteren ist ein Stück Zeug ausgespannt, das einen Bausch bildet und von dem Winde bewegt wird.

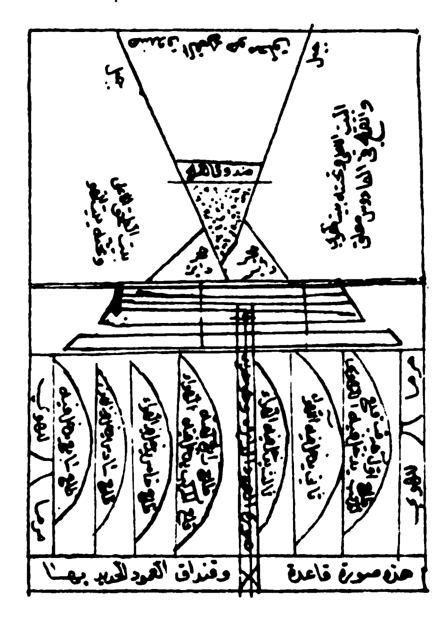
Wir geben auch hier die technischen Ausdrücke nach den beiden oben erwähnten Figuren.

Eine Reproduktion der Berliner Abbildung gibt die Figur.

Die Abbildungen zeigen zunächst eine viereckige Umrahmung, die die Wände des ganzen Gebäudes darstellt; eine Querwand teilt sie in einen oberen Teil, in dem die eigentliche Mühle sich befindet, und einen unteren, in der der oben beschriebene Windmotor eingebaut ist. Von oben nach unten ist zunächst gezeichnet ein Trichter, der bei B einen einfachen dreieckigen Querschnitt hat, während er bei M zunächst oben eine fast zylindrische, etwas nach innen eingezogene Gestalt besitzt, die nach unten in eine trichterförmige übergeht. In diesem Raum, und zwar dessen oberen Teil, ist bei B und M eingeschrieben *Ṣandûq al Qamḥ*, „Kasten des Getreides", Getreidekasten; B fügt zu „er ist aufgehängt".

Sein oberster Teil wird sowohl bei diesen Abbildungen als bei den Mühlen, die sich bei der Anordnung von *Merend* finden, in B als *Ǵabal* „Berg" bezeichnet.

Neben dem obersten Teil bei B und neben dem ganz oberen bei M steht „Das obere Haus und unter ihm befindet sich das der Luft", sowie „und das Getreide in dem *Qâdûs* a) (Trichter, Rumpf der Mühle, der auch „Gosse" heißt) ist aufgehängt. Auch bei den S. 42 besprochenen Mühlen steht das Wort *Qâdûs*. In dem Trichter bezw. dem zylindrischen Teil sind Querwände eingezeichnet, wahrscheinlich Schieber; dieselben dienen zum Regulieren des Nachfließens des Getreides, bezw. dazu, damit beim Reinigen der Mühle selbst kein Getreide mehr ausfließt.



Auch bei unseren Mühlen wird der Trichter vielfach aufgehängt, oft ist er aber auch fest.

Bei M steht ferner noch an dem untersten Teil des trichterförmigen Teiles. Ihre Taschen β) sind der Ort des Herabsteigens des fein gemahlenen Getreides.

---

a) Entspricht nach Fränkel dem griechischen κάδος.

β) Das Wort ist wahrscheinlich *Wifâḍuhâ* zu lesen. *Wafḍa* ist ein lederner Köcher, Brodsack etc. Wahrscheinlich muß die Schrift etwas tiefer stehen, da wo das Mehl zwischen den Mühlsteinen heraustritt.

Bei B mündet der Trichter, in dem das Getreide eingezeichnet ist, in eine entsprechende Aushöhlung des oberen sich drehenden Mühlsteines, Läufer, der der *Ḥaǵar dâira* „sich drehender Stein" heißt; unter ihm ist

der feststehende. Bei M ist die Zeichnung unklar, die Worte stehen wohl an einer nicht ganz richtigen Stelle.

Bei M scheint auch noch eine Andeutung eines Kastens zu sein, wie er bei uns die Mühlsteine umgibt, und der Mühlsteinsarg heißt.

Wir kommen nun zu den Teilen in dem unteren Haus.

In den Wänden desselben sind bei M zweimal zwei, bei B zweimal je eine Öffnung gezeichnet, bei M steht dabei *Marmâ al Hawâ*, d. h. *Marmâ* der Luft, bei B *Marmâ lil Hawâ* d. h. *Marmâ* für die Luft.

Der sich drehende Stein ist an einer Achse befestigt, von der es heißt „Abbild der sich drehenden Säule (*'Amûd*), sie besteht aus Eisen"; dieselbe heißt bei uns Mühleisen. Unten ist sie, wie an beiden Zeichnungen zu erkennen, zugespitzt. An der Basis der Mühle steht bei B „Dies ist das Bild der Basis (*Qâ'ida*) und des *Qondaq*[1]) (Schrift) der eisernen Säule auf ihr."

An beiden Seiten der Achse sind mit ihren konvexen Seiten nach rechts gezeichnet Kreisbögen mit Sehnen, welche die den Wind auffangenden Stoffbäusche darstellen.

Bei M sind deren links 3 und rechts 3 gezeichnet, bei B wohl, um den durch schlechte Zeichnung unsymmetrisch gewordenen Raum auszufüllen, links 4 und rechts 3. In dem ersten Bausch bei B steht: „Erste Rippe von der Gestalt der Wölbung des Segels des Schiffes; die Luft tritt hinein". Die anderen haben entsprechende, etwas kürzer gefaßte Beischriften. Bei M steht dagegen: Erste Rippe von der Gestalt des Segel des Schiffes, die Luft tritt hinein, damit es rotiert.

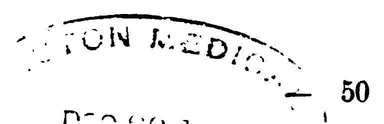
[1]) Das türkische Wort *Qondaq* ist hier sicher in dieser Bedeutung zu benutzen (Redhouse übersetzt stock of a cross bow, a riffle). Im Text steht nach dem d ein Elif, das aber, da es sich um ein türkisches Wort handelt, nicht als Länge auszusprechen ist.

Hieran schließt sich die Beschreibung der Fortbewegung des Sandes. Es heißt:

Sie verwenden den Wind zum Fortschaffen des Sandes von einem Ort zum anderen folgendermaßen: Sie richten lange Holzstücke auf und binden an ihnen Holzmatten und ähnliches fest. Diese stellen sie in Neigungen auf, wenn die Winde wehen, und zwar bläst der Wind von Norden, von Nordost oder Nordwest. Von dem Sand führt er das fort, was er fortführt, und schlägt damit die Rohrmatten. Wenn diese mit ihm gefüllt sind, so legen sie sie [die Matten] nieder und dort, wohin sie ihn nachher hinschaffen wollen, errichtet man *a*) Hölzer und Türen und Matten, so daß der Wind jenen Sand allmählich dahin überführt, wohin sie wollen, daß er getragen und transportiert wird. Und wenn es ein Berg (Berge) wäre, so würde ihn der Wind auf diese Weise fortschaffen.

---

a) In dem Berliner Text ist die Stelle kürzer „so stellen sie dorthin, wo sie es für passend erachten, Hölzer und Matten auf, so daß die Winde den Sand so allmählich dahin fortführen, wohin sie wollen u. s. w.



[31] *al Qaṭṭâra*[1]) (Tropfgefäße) sind Gefäße, die hergestellt werden, um aus ihnen Wasser oder eine andere Flüssigkeit nach Maßgabe des Bedarfes tropfen zu lassen. Man hat verschiedene Formen von ihnen.

[1]) Die Apparate unter 31, 32, 33, 34 sind im arabischen Text in der Mehrzahl aufgeführt.

Diese *Qaṭṭâra* werden auch von *al Anṣârî* unter den pneumatischen Gefäßen erwähnt.

Bei Philo findet sich das Wort in Kap. 19 und 30, wo es einmal von C. de Vaux als Gefäß mit konstantem Niveau, das anderemal als intermittierender Brunnen übersetzt wird. Die Grundbedeutung ist stets, daß es ein Gefäß ist, aus dem das Wasser tropfenweise austritt.

Für gewisse Einrichtungen zum Tröpfelnlassen bei den Uhren wird der Ausdruck *Fatḥân* verwendet, der nach C. de Vaux mit *Quṭṭara* gleichbedeutend ist. (J. asiat. Bd. 17, S. 320. 1891.)

Nach Dozy bedeutet es auch den *Ambîq* bei den Destillationsapparaten und kommt in dieser Bedeutung bei *Ibn al ʿAuwâm* vor.

[32] *al Ḥannâna* (die fortwährend Seufzenden sind Apparate [Instrumente]), die man anfertigt, und sie seufzen (*ḥann*) mit einem Ton, ähnlich dem Ton der *Miʿzaf* (einem Saiteninstrument), der *Mizmâr* (Flöten) und der *Ṣaffâra* (Trompeten, Pfeiffen) und anderer als dieser, je nachdem man Bedarf hat (je nachdem man es wünscht).

Die *Ḥannâna* (die fortwährend Seufzenden) sind nach dem Text Instrumente, mit denen man Töne hervorruft.

Ḥannâna ist ein Wort für das Wasserrad. Von *Muqaddasî* werden als Synomyne angegeben *Zurnûq*, *Daulâb*, *Ḥannâna* (*al Muqaddasî* S. 31).

Der Name Seufzer für Wasserräder kommt von dem knarrenden klingenden Ton derselben (vgl. dazu Dozy bei *ḥann*). Daß man aber diesen Ton auch schön finden konnte, geht aus folgenden Vers hervor.

Das Rad (*al Daulâb*) stimmt mit ihr durch die Schönheit seines Tones überein, wie eine gute proportionierte Figur mit einer anderen Figur. — Der Vers stammt von *ʿImâd al Dîn al Iṣfahânî* (vgl. *Maqrîzî*, Histoire, Bd. 2, S. 3).

Ganz charakteristisch ist hierfür die Schilderung von R. Oberhummer und H. Zimmerer von den großen Schöpfrädern bei *Ḥamâ*, die mit betäubendem Getöse das Wasser des Orontes auf die hochgebaute Wasserleitung heben und so die Stadt und Umgebung mit dem belebenden Element seit uralten Zeiten versorgen. Sie mögen eine Höhe von 25 m haben und verursachen durch ihre langsame Drehung bei ihrer Größe und Schwere einen ungeheuer tiefen, weit in die Ferne dringenden Ton, der noch von drei disharmonischen Untertönen begleitet wird. Greifen nun die drei Räder mit ihren zwölf Tönen zusammen, so ist es, als ob eine

Riesenorgel gespielt oder, vielleicht besser gesagt, in ihren Baßgängen gestimmt wird, als ob 100 Löwen brüllten oder sonst ein Pandämonium los wäre. Das wirkt aber nicht im mindesten beunruhigend, sondern wegen seiner tiefen Tonlage eher beruhigend und erhebend, wie ein Stück aus der Urmelodie der Genesis. (R. Oberhummer und H. Zimmerer, Durch Syrien und Kleinasien, S. 92. Berlin 1899.)

Von großen Wasserrädern bei *Ḥamâ* berichten verschiedene Geographen, so z. B. *Dimaschqi* (Text S. 206, Übers. S. 281): Auf dem *'Âṣî* (dem Orontes) sind die großen Wasserräder (*Nâ'ûra*) angebracht, wie man sie ähnlich nicht auf der Erde sieht, welche aus dem *'Âṣî* Ströme (Kanäle) von Wasser speisen, um dadurch die Gärten und Orte zu bewässern.

Von dem aus dem *'Âṣî* geschöpften und in die Gärten u. s. w. verteilten Wasser spricht auch *Jâqût* (Bd. 2, S. 331). Die Wassermühlen erwähnt schon *Aḥmad Ibn al Ṭajjib* im Jahre 271 d. H. d. h. 884/885 n. Chr. (vgl. zu *Aḥmad* Suter, Math. S. 33).

Die Stelle lautet: *Aḥmad Ibn al Ṭajjib* erzählt in seinem Bericht über die Gegenden, welche er bei seiner Reise mit [dem Chalifen] *Mu'taḍid* von *Baġdâd* zu den Mühlen besuchte. Er sagt nach seinem Bericht über *Ḥimṣ*: *Ḥamâ* ist eine Stadt (*Qarja*) mit einer Mauer aus Stein, in ihr befindet sich ein großes geräumiges Gebäude aus Stein, und der *'Aṣî* fließt bei ihr und bewässert ihre Gärten und dreht ihre Wasserräder (*Nâ'ûra*). Dieser sein Bericht stammt aus dem Jahre 271 d. H. Und er nennt sie eine *Qarja*.

Kurz vorher bemerkt *Jâqût*: An ihm (dem *'Aṣî*) befindet sich eine Anzahl Wasserräder, die das Wasser aus dem *'Aṣî* schöpfen, dann ihre Gärten tränken und das Wasser in den Teich der Moschee ausgießen.

Über die Etymologie von *'Aṣî* vgl. Welhausen Z. D. M. G. Bd. 60, S. 245. 1906.

Die Bedeutung des Wortes *Ḥannâna* an unserer Stelle geht klar aus der Beschreibung von Philo nach Carra de Vaux Pn. Cap. 28 hervor. Philon bespricht zunächst eine Reihe von Vorrichtungen, die pfeifen. Wasser, das in ein Gefäß eindringt, treibt die Luft durch eine Pfeife aus. Als Titel eines Kapitels gibt C. de Vaux an: Herstellung eines Pharus (*Manâr*), der pfeift, und erklärt *Manâr* in der Anmerkung als ein „brasero", d. h. ein Kochgefäß. Wahrscheinlich ist aber *Minjâr* zu lesen, das nach den *Mafâtîḥ* ein großes Gefäß bedeutet, in dem man Wasser schöpft; bei der von Philon beschriebenen Vorrichtung wird in ihm Wasser erhitzt. Daran anschließend (Kap. 61) werden Wasserräder (*Ḥannâna*), die ein Pfeifen hervorrufen, behandelt. Durch die Drehung des Rades wird in Kästen Luft abgeschlossen, die dann aus Pfeifen entweicht und diese zum Tönen bringt. Je nachdem der tönende Körper verschieden beschaffen ist, gibt es einen verschiedenen Klang. An diese Wasserräder anschließend sind noch solche (*Ḥannâna*) zum Heben des Wassers beschrieben.

Von den erwähnten Musikinstrumenten ist *Mi'zafa* ein Saiteninstrument (*al Mi'zafa* ist auch das Sternbild der Leyer). In den *Mafâtîḥ* heißt es S. 237: *al Mi'zafa* ist ein Saiteninstrument der Leute von *'Irâq*).

— ***al Mizmâr*** ist die Flöte oder eine Pfeife, wie sich deutlich aus den Abbildungen bei *al Ǵazarî* ergibt. In den ***Mafâtîḥ*** S. 237 heißt es ***Scha'îrat al Mizmâr*** (der Knopf des ***Mizmâr***), das ist sein Kopfstück (***Ras***), vermittelst dessen man ihn (den ***Mizmâr***) verengert und erweitert. ***Al Naj*** ist ***al Mizmâr*** — ***Mizmâr al Râ'î***, die Hirtenflöte ist auch der Name für ein Heilmittel gegen Nierensteine, nämlich Alisma plantago oder Froschlöffel. — ***al Ṣaffâra*** dürfte hier entsprechend den Stellen bei Philo als Pfeife zu übersetzen sein.

[33] *al Naḍḍâḥa* (Zerstäuber, Bespritzer, Aspersoir) sind Apparate, die hergestellt werden, um Wasser in das Gesicht der Menschen zu spritzen, und zwar in der Richtung, nach der es der Handwerker (Künstler) will.

Eine *Naḍḍâḥa* ist von Philo Pn. (Kap. 35) beschrieben und dient zum Bespritzen des Gesichtes einer Person mit Rosenwasser oder um Wohlgerüche auf die Kleider zu spritzen. Die Vorrichtung besteht in einem um eine vertikale Achse drehbaren Vogel, der von einem Rohr durchsetzt ist, das bei dem Schnabel mündet. Durch das Rohr wird die Flüssigkeit ausgespritzt.

Wahrmund gibt an als Bedeutung von *al Naḍḍâḥa* ein Bewässerungsinstrument und als Synonym *Minḍaḥe*; beides sind auch Namen für die Instrumente des Naphtaschützen, ebenso wie *al Zarrâqa* und *al Naffâṭa*.

Bei der Behandlung durch Reinaud (J. asiat. (ser. 4) Bd. 14. 1849) der Stellen aus arabischen Schriftstellern über das gregorianische Feuer etc. kommt S. 274 und S. 279 das Wort *Naḍḍâḥa* vor, es bezeichnet nach dem Zusammenhang Vorrichtungen zum Spritzen der flüssigen brennbaren Gemische.

[34] *al Fawwâra* (Springbrunnen) werden in Bassins, in Bädern und ähnlichem eingerichtet; aus ihnen wird das Wasser in verschiedenen Formen (Gestalten) gespritzt.

Ein anderes Wort für Springbrunnen bezw. für das Bassin mit Springbrunnen ist *Fisqîja*.

Springbrunnen von verschiedener Gestalt werden auch in dem Traktat eines anonymen Verfassers in Oxford (Carra de Vaux a. a. O., S. 221 bezw. 227) erwähnt und beschrieben. Gegen einige Teile der Übersetzung sind Bedenken erhoben worden (W. Schmidt, Berl. Philol. Wochenschrift Bd. 23, S. 1345 u. 1377. 1903).

Von Springbrunnen und Wasserleitungen spricht z. B. ***al Muqaddasî*** (S. 231). Er sagt bei der Besprechung von Palermo: Ihre Häuser bestehen aus Stein und Lehm (*Ǵîl*, das persische *Gil* = Lehm), sie sind rot und weiß; es umgeben sie Springbrunnen und Rohrleitungen (***Chajâzir***, Plur. von *Chaizurân* Bambus), und ein Fluß speißt sie. (De Goeje will Rohrleitungen, nicht offene Leitungen vgl. oben.)

Zahlreiche Angaben finden sich in dem Werk ***Al Maqqarî*** etc. transladet by Gayangos, London 1840 (vgl. Beitr. III, S. 262).

Weiteres findet sich auch in A. F. von Schack, Poesie und Kunst der Araber etc. Bd. 2, S. 164ff. (s. auch unten S. 56).

Wasserkünste und Springbrunnen aus arabischer Zeit sind uns noch mehrfach erhalten, so im Generalife bei Granada.

Noch erwähnt sei, daß nach Lane (Die heutigen Ägypter Bd. 2, S. 168ff. Leipzig 1852) sich in den Bädern folgende Gefäße finden: *Fisqîja*, Springbrunnen, *Miǵtas*, Wasserbehälter mit warmem Wasser, *Ḥanafîja*, diese besteht aus zwei aus der Wand hervorragenden Zapfenröhren, von denen die eine warmes, die andere kaltes Wasser liefert.

Einige Angaben über die *Fawwâra* macht Quatremère (Quatremère, Maqrîzî Hist. Mam. II_1, S. 284). Es wird das Wort für die Vorrichtung benutzt, aus der das Wasser austritt. Es heißt z. B.: Ein Kupferrohr (*Anbûb al Nuḥâs*, also nicht wie Quatremère übersetzt, ein Eisenrohr, manchmal hat man auch Bleiröhren *Qaṣab al Raṣâṣ*), das Wasser mit Gewalt fortschleudert, heißt *Fawwâra*. Aus anderen Stellen ersehen wir, daß das Wasser eine Elle hoch sprang, daß in demselben Becken eine Reihe von Springbrunnen sich befanden. Ferner erfahren wir, daß *Fisqîja* auch das Becken ohne Springbrunnen bedeutet, da es heißt, daß das Wasser durch einen Springbrunnen zu einer *Fisqîja* kommt.

Ein Springbrunnen ist nach Quatremère in einer Anthologie *Charida* beschrieben.

In Brussa in Kleinasien stand auf dem Minaret einer Moschee ein Springbrunnen, der durch eine Leitung vom Berge Olymp (natürlich nicht dem in Griechenland) gespeist wurde; derselbe war aber schon, als Evliya Efendi dort war (1640 n. Chr.) verfallen (vgl. Evliya Efendi, Narrative of Travels etc. übersetzt von J. von Hammer. London 1850, Bd. 3, S. 6).

Fawwâra bedeutet übrigens auch hervorsprudelnde Quellen.

[35] *al Miqâṭ* (eine Art Seil, *Ḥabl*) ist ein dünnes Seil; es wird aus Fäden aus Baumwolle *(al Ǵazl)* oder Linnen *(al Kattân)* oder ähnlichem gedreht.

[36] *al Qals* (ein Seil) ist ein dickes Seil, an dem die Schiffe und anderes angebunden werden.

Qals und *Ḥabl* werden von *al Muqadassî* S. 31 als Synonyme aufgeführt. In Merw heißen nach den *Mafâtîḥ* S. 69 gewisse Seile *Marâr*. An der Uhr von *Riḍwân* kommen drei Arten von Seilen bezw. Schnüren vor *Ḥabl*, *Silsila* und *Scharrâba* (nach Wahrmund Troddel, Quaste); die letzteren Schnüre, die wohl die dünnsten waren, waren aus Seide gefertigt.

Bei *Ibn al Aṭîr* (Darenbourg u. Spiro, Chrestomathie S. 40) werden dicke *Silsila* aus Eisen erwähnt, die dazu dienten, einen Nilarm bei *Damiette* abzusperren; hier muß man das Wort mit Kette übersetzen. Auch bei *Jâqût* Bd. 2, S. 602 wird die Kette erwähnt, es heißt: Die Breite des Nils ist dort etwa 100 Ellen. Auf beiden Seiten baute man Türme, zwischen denen eine Eisenkette (*Silsila*) ausgespannt war, bei der ein Wächter sich befand, so daß kein Schiff zum Meer herausfahren konnte, ohne daß es ihm erlaubt wurde.

Abu'l Fidâ (Geographie ed. Reinaud u. Slane S. 242) berichtet von *Tyrus*, daß es einen Hafen hatte, in den man unter einer Brücke einfuhr; durch eine an ihm angebrachte Kette konnte die Einfahrt den Schiffen verwehrt werden.

Eine Kette, die zur Zeit der Belagerung von Konstantinopel 1453 das goldene Horn absperrte, wird noch jetzt in der dortigen Irenenkirche aufbewahrt.

In den *Mafâtîḥ* heißt es bei Besprechung des Wasseramtes (S. 70) *al Ma'ṣir* ist ein Strick (*Silsila*) oder Seil (*Ḥabl*), das angebracht wird, um im Fluß ein Hindernis zu bilden und um die Schiffe am Vorbeifahren zu hindern.

Eine andere Art von Seilen, die aus Papyrus gemacht wurden, heißt *Qirqis*. Es heißt bei *Ibn al Faqîh* α): „Zu den Wundern Ägyptens gehört ein Kraut, das man *al Dîs* (Papyrus) nennt. Aus ihm verfertigt man Seile für die Schiffe, diese Seile heißen *Qirqis*. Man nimmt von dem *Qirqis* ein Stück und es wird wie die Kerze angezündet, dann löscht man es aus und es bleibt so die ganze Nacht β). Wollen sie es benutzen γ), so nehmen sie sein Ende und drehen es um wie einen Plumpsack δ) und es brennt ε).

α) *Ibn al Faqîh* S. 66, Z. 2, *Qazwînî* Bd. 2, S. 177, Z. 4.

β) Aus Papyrus macht man Dochte; das Auslöschen ist nicht vollständig, sondern es glimmt das Mark des Papyrus weiter.

In einem ähnlichen Rohr dürfte Promotheus das Feuer vom Himmel geholt haben.

Über *Dîs* u. s. w. hat de Sacy in *'Abd al Latîf* S. 202 ausführlich gehandelt. Es gibt auch Matten aus *Dîs*.

γ) Bei *Qazwînî* „wenn sie ein Licht brauchen".

δ) *Michrâq*, dies Wort ist vielfach behandelt worden; so vor allem von Nöldeke, Sitzungsber. d. Wiener Akademie, Phil. hist. Klasse, Bd. 140, S. 39. 1899, der sich richtig für Plumpsack entscheidet, statt Spielschwert. Dieselbe Bedeutung gibt Redhouse. Das Plumpsackspiel ist im Orient bekannt (*Mehmed Tevfiq*, *Istambolda bir sene* II, S. 9 = Türkische Bibliothek IV, S. 21/2, 88/9).

ε) Bei *Qazwînî* „von selbst".

An einem Brunnen in der Festung *Ṣafad* in Palästina heißt das Seil, an dem die Eimer befestigt sind, *Sarbâq*; auf die sinnreiche Anordnung zum Heben der Eimer soll später zurückgekommen werden. (*Dimaschqî*, Text S. 210, Übersetzung S. 286.)

In dem Werk über Hydrodynamik etc. von *al Ǵazarî* (vgl. S. 13) kommt nach Dozy und de Goeje (*Edrîsî* Index S. 327) das Wort *Scharîṭa* oder *Scharîṭ* als ein Seil aus Eisen und aus Kupfer vor, das sonst ein Seil, einen Faden bedeutet.

[37] *al Schâqûl* (Senkel). Es ist ein Gewicht, das am Ende einer Schnur befestigt ist, die es nach unten spannt; es haben es die Zimmerleute und die Architekten nötig.

Auch bei den Quadranten heißt das Gewicht, welches den durch den Mittelpunkt gehenden Faden (*Chaiṭ*) spannt, *Schâqûl*, (Dorn, Drei astronomische Instrumente S. 12).

Das Zuggewicht, welches an den Türen der Uhr von *Riḍwân* diese schließt, heißt *Muṯqila*. Ebenso heißt auch das Senklot, wie aus folgender Stelle hervorgeht.

In einem Orte von *Arraǵân*, der *Ṣâhik al Ǵarb* (des Wasserrades) heißt, befindet sich ein Brunnen; die Leute dort behaupten, daß sie seinen Boden mit den Senkgewichten (*Muṯqila*) und Stricken (*Rasan*) untersucht haben und nicht mit ihnen auf den Grund gekommen sind. Das Wasser wallt aus ihm die ganze Zeit auf und zwar so viel, als eine Mühle drehen kann und es bewässert diese Gegend (*Iṣṭachrî* S. 151).

[38] *al Kûnijâ*[1]) (Winkelmaß), es dient den Zimmerleuten, die mit ihm den rechten Winkel bestimmen können.

[1]) Vom griechischen *γωνία*.

Es könnte auffallen, daß an dieser Stelle nicht die Wasserräder in ihren verschiedenen Formen erwähnt sind, die doch bei den Arabern eine so große Rolle spielen; sie sind aber bei den Ausdrücken, welche bei dem Wasseramt vorkommen (S. 71) genannt, als Vorrichtungen, mit denen man das Land bewässert, nämlich *Dûlâb*, *Dâlija*, *Ǵarrâfa*, *Zurnûq*, *Nâ'ûra*[a]), *Manǵanûn* (über sie wird später zu handeln sein).

---

a) Von diesem Wort kommt das altspanische *nuora*, der entsprechend der zum Aufnehmen des Quecksilbers dienende Teil der Quecksilberuhr (vgl. Beiträge V, S. 390, 408, 421) nach König Alfons konstruiert sein soll.

Bemerkung. Auf S. 6 ist von dem Werk der *Benû Mûsâ Fî'l Ḥijal* die Rede, das in Berlin und Gotha handschriftlich vorhanden ist. Wie ich bei einem Besuch in Berlin fand, bilden diese beiden Texte ein Ganzes. Schon Pertsch hat diese Beobachtung in einem dem Berliner Exemplar beigehefteten Brief vom 3. April 1885 ausgesprochen, es heißt in demselben:

„Meine Vermutung hat sich vollkommen bestätigt. Die Berliner und Gothaer Fragmente vom Werke der Söhne des *Mûsà* sind einer und derselben Handschrift entnommen und bilden zusammen ein bis auf 16 Blätter, welche leider verloren gegangen sind, vollständiges Exemplar des ebenso seltenen wie interessanten Werkes. Die Blätter in der ursprünglichen Handschrift sind in folgender Weise verteilt 1—10 Berlin, 11—19 fehlen, 20—79 Gotha, doch ohne 49, 50, 59, 60, 71 u. 75, welche fehlen, 80—143 Berlin. Die Handschrift ist sehr alt (sie ist datiert von einem Freitag, dem 15. *Ǵumâdà* I 607 = 4. Nov. 1210) und scheint sehr gut zu sein."

Die in dem Berliner Text enthaltenen Versuche scheinen mir im ganzen die interessanteren, so sind mannigfache Springbrunnen beschrieben, ferner Lampen, deren Docht durch Mechanismen nachgeschoben wird, ferner eine Maschine, um aus dem Meere und aus Brunnen Gegenstände zu heben, ein Wasserbehälter in der Nähe eines Flusses, der stets voll Wasser ist und nicht ab- noch zunimmt.

Zum Schluß sei es mir gestattet, noch einmal denjenigen Herren, die mich in so liebenswürdiger Weise mit Rat und Tat unterstützt haben, meinen besten Dank auszusprechen. Ohne ihre Hilfe wäre die Arbeit noch viel lückenhafter ausgefallen.

Zu großem Dank bin ich auch den Bibliothekvorständen in Berlin, Erlangen, Halle (Deutsche morgenländische Gesellschaft), Leipzig, Leyden und München für die Überlassung von Handschriften und Büchern verpflichtet.

Inhalt[1]).

---

[1]) In der Inhaltsübersicht ist auf eine Anzahl von längeren Ausführungen besonders hingewiesen.

Über die Autorennamen in der medizinischen Nomenklatur.

Von Hermann Orth.

Jedem Arzte wird es heutzutage auffallen, daß die Sitte, besser: Unsitte, Krankheitsbilder, Symptome, Methoden kurz mit dem Namen des Entdeckers zu versehen, immer mehr um sich greift. Die — von den damals üblichen zahlreichen anatomischen Autornamen abgesehen -- vor 30—40 Jahren noch übersehbaren Eigennamenbenennungen, wie Succussio Hippocratis und Area Celsi, Morbus Brightii und Addisonsche Krankheit etc., sind jetzt zu einer ungeheuren Flut von vielen Hunderten angewachsen. Der Praktiker, der sich nicht in die Spezialliteratur vertiefen kann, findet sich nicht mehr zurecht. Überall stoßen ihm beim Lesen Ausdrücke auf, die als bekannt vorausgesetzt werden und keine weitere Bezeichnung als einen mehr oder weniger bekannten Eigennamen tragen. Auch unter den mit der Literatur vertrauten Forschern wird es keinen geben, dem nicht ab und zu ein solcher Ausdruck mit Autornamen vorkäme, mit dem er keinen Begriff verbinden kann. Den lernenden Mediziner endlich ergreift ein begreiflicher Schrecken, wenn er diese zahllosen Eigennamen sieht, die er lernen muß, weil doch einmal ein Examinator ihn nach deren Bedeutung fragen könnte. Nun ist es gewiß sehr schön, wenn man die großen Forscher dadurch ehrt, daß man ihren Namen mit einer ihrer größten Entdeckungen verknüpft. Niemand wird etwas dagegen haben, wenn man von Röntgenstrahlen spricht. Auch alt eingebürgerte Benennungen, wie Basedowsche Krankheit, Wintrichscher Schallwechsel, Trommersche Probe, könnte man beibehalten. Wenn jedoch jedes geringfügige Symptom oder Symptömchen, jede kleine Modifikation einer Methode einen Autornamen erhält, so ist dies aus verschiedenen Gründen ent-

schieden zu verwerfen. Viele Entdeckungen haben wohl einen Namen, nicht aber den des eigentlichen Entdeckers, dessen Priorität oft sehr schwer zu erweisen ist. Sonst unbekannte oder wenig bekannte Forscher werden durch die Verknüpfung ihres Namens mit einer geringfügigen Entdeckung dem großen Publikum oft bekannter als die bedeutendsten Gelehrten. Dadurch zeigt sich eine große Ungerechtigkeit, die in der Sitte liegt. Die Hauptsache ist und bleibt aber ihre Unzweckmäßigkeit.

In anerkennenswerter Weise hat man in der Anatomie bereits angefangen zu reorganisieren, indem man die alten nichtssagenden Benennungen nach Eigennamen durch sachgemäßere und leichter verständliche zu ersetzen suchte.

Durch Herrn Professor Penzoldt in Erlangen dazu angeregt, habe ich nun, soweit es mir möglich war, alle in der inneren Medizin gebräuchlichen, lediglich an Eigennamen geknüpften Benennungen von Symptomen oder Methoden zusammenzustellen, kurz zu erläutern und andere sachgemäße Bezeichnungen vorzuschlagen versucht. Daß ich dabei Vollständigkeit nicht erreichen konnte, liegt einerseits in der Fülle des Materials, andererseits in dem Umstande, daß fast jede neu erscheinende Zeitschrift neue Namen bringt, insbesondere auf dem Gebiete der Neurologie sowie der klinisch-chemischen Untersuchungsmethoden.

Dem Zwecke dieser Abhandlung entsprechend habe ich mich so kurz wie möglich gefaßt, insbesondere unterlassen, genauere Beschreibungen und Erklärungen von Symptomen und Untersuchungsmethoden zu geben. Wo es nicht möglich war, ganze Symptomenkomplexe, Reaktionen und Methoden in kurzer prägnanter Weise zu bezeichnen, habe ich den Namen des Hauptsymptoms oder Hauptreagens gewählt, in der Überzeugung, daß für den Studierenden dies ein viel besseres mnemotechnisches Hilfsmittel sei als alle über kurz oder lang doch wieder vergessenen Eigennamen. Die Unsumme von Namen, welche in der Therapie der inneren Medizin vorkommen, z. B. die Namen ganzer Kuren (Örtels Kur, Ebsteins Kur etc.), Salbenkonstituentien (Hebra, Wilkinson etc.), Instrumente habe ich als zu weit führend nicht berücksichtigt.

Außer den bekannten Terminologien von Dr. Otto Roth, Dr. Walter Guttmann und Dr. Otto Dornblüth habe ich folgende Literatur benützt:

1. Nothnagels spezielle Pathologie und Therapie,

2. Dr. M. Höflers Deutsches Krankheitsnamenbuch. 1900,

3. Traité de Médecine et de therapeutique par P. Brouardel et A. Gilbert. Paris 1898—1902,

4. Lehrbuch der Nervenkrankheiten für Ärzte und Studierende von Prof. Dr. H. Oppenheim. Berlin 1905,

5. Jahresbericht über die Fortschritte der Medizin im Inund Auslande von W. Ebstein und Dr. E. Schreiber. Stuttgart 1904,

6. Klinische Diagnostik innerer Krankheiten mittelst bakteriologischer, chemischer und mikroskopischer Untersuchungsmethoden von Dr. Rudolf v. Jaksch. Wien und Leipzig 1896,

7. Hoppe-Seyler-Thierfelders Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse. Berlin 1893,

11. Sahlis Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. Leipzig und Wien 1905.

Von Zeitschriften wurden berücksichtigt: Münchener medizinische Wochenschrift, Berliner klinische Wochenschrift, Deutsche medizinische Wochenschrift, Fortschritte der Medizin, Gazetta d'Italia.

Zur Erleichterung der Übersicht über die abzuändernden Bezeichnungen habe ich das ganze von mir zusammengestellte Material alphabetisch nach den Eigennamen geordnet.

Abadiesches Symptom = Analgesie der Achillessehne.

Abels Bazillus = Bacillus ozaenae mucosus.

Achalmescher Bazillus = Bazillus des akuten Gelenkrheumatismus.

Adamkiewiczsche Eiweißreaktion = Farbenreaktion mit Eisessig und konzentrierter Schwefelsäure.

Adam-Stokessche Krankheit = Bradykardie mit Bewußtseinsstörungen.

Addisonsche Krankheit = Kachexia suprarenalis, auch Bronzekrankheit.

Adlers Blutfarbstoffnachweis = Benzidinprobe.

Albertsche Krankheit = Achillodynie.

Aldehoffs Färbungsverfahren = Färbung des Blutes mit konzentrierter alkoholischer Eosinlösung.

Aliberts Dermatose = Mycosis fungoides = multiple Granulationsgeschwülste der Haut.

Almensches Verfahren zum Quecksilbernachweis = Amalgamierungsprobe mit Messingdraht.

Almensche Lösung zur Nukleoalbuminbestimmung im Harn = Tanninlösung.

Almensche Blutprobe = Guajac-Terpentinprobe.

Alzheimers hyaline Sklerose = hyaline Entartung der mittleren und kleinen Gefäße des Gehirns.

Amrins Zuckernachweis = Probe mit Nitropropioltabletten.

Antens Methode zur Jodbestimmung im Harn = Veraschung des Harns und kolorimetrische Bestimmung des Jods in der Asche.

Appuns Drahtgabel = Gabel zur Prüfung der unteren Tongrenzen.

Aran-Duchennesche Krankheit = spinale Form der progressiven Muskelatrophie.

Arcóvys Bazillus = Bacillus gangraenae pulpae.

Aretaei elefantiasis = Lepra nodosa.

Argyll-Robertsons Symptom = reflektorische Pupillenstarre.

Arloing-Courmontsche Methode = Serumagglutinationsmethode bei Tuberkulose.

Audouini microsporon = Microsporon areae Celsi = areae areatae = alopeciae areatae.

Auspitzsche Dermatose = Granuloma fungoides.

Babes-Ernstsche Körperchen = metachromatische Körnchen bei sporentragenden Bakterien (im Protoplasma junger Diphtheriekulturen).

Babinskis Methode zur Untersuchung des Achillessehnenphänomens = Beklopfen der Achillessehne, während der Patient auf dem Stuhl kniet.

Babinskis Phänomen = reflektorische Dorsalflexion der großen Zehe.

Baccellis Zeichen = gute Fortleitung der Flüsterstimme bei zellarmen pleuritischen Exsudaten.

Baerensprungs Erythrasma = Eczema marginatum circumscriptum femorale.

Balmers Tuberkelbazillennachweis = Nachweis durch alkalischen Anilinfarbstoff.

Bambergers Typus bei Periostitis ossificans = Trommelschlägerfinger mit schmerzhafter Verdickung der Röhrenknochen.

Bambergers Albuminurie = hämatogene Albuminurie.

Bancrofti filaria = Filaria sanguinis hominis.

Bantische Krankheit = Anämia splenica hepatica = Hypersplenische Cirrhose mit Aszites und Milztumor.

Barbados-Blutprobe = Aloin-Blutprobe.

Barfoeds Zuckerprobe = Kupferoxydylreaktion mit essigsaurem Kupfer und Essigsäure.

Barlowsche Krankheit = hämorrhagische infantile Ostealkachexie (infantiler Skorbut, hämorrhagische Rhachitis).

Barrier, vacuoles de = peribronchitische Abszesse.

Basedowsche Krankheit = Kachexia hyperthyreoidea = Glotzaugenkrankheit.

Bastian-Brunssches Gesetz = Erloschensein aller Reflexe bei totaler hoher Leitungsunterbrechung im Rückenmark.

Baumgartens Tuberkelbazillennachweis = Färbung durch alkalischen Anilinfarbstoff.

Baumanns Homogentisinsäurenachweis = Nachweis durch Silberreduktion.

Bayards Ekchymosen = Hämorrhagien unter Pleura und Perikardium bei Kindern, die im Uterus erstickt sind.

Beardsche Krankheit = Neurasthenie.

Bechterewsche Krankheit = Kyphosis hereditaria oder traumatica chronica mit Wirbelsäuleversteifung (ohne Beteiligung von Hüfte und Schulter).

Beckers Phänomen = Pulsationserscheinungen an den Netzhautarterien bei Glotzaugenkrankheit.

Beckmanns Methode zur Bestimmung der Niereninsuffizienz = Gefrierpunktsbestimmung von Blut und Harn (bei Niereninsuffizienz besteht Gefrierpunktserniedrigung).

Bednarsche Aphthen = Aphthae pterygoideae decubitales infantum.

Begbies disease = Glotzaugenkrankheit.

Behrendts Zuckerbestimmung = Reaktion mit alkalischer Wismutnitratlösung.

Beigels Krankheit = Trichorhexis nodosa.

Bellsche Gesichtslähmung = Paralysis nervi facialis.

Bellsches Phänomen = Bulbusflucht nach oben bei Lidschluß (bei Facialislähmung).

Belfanti Bazillus = Ozaenabazillus.

Bence-Jonesscher Eiweißkörper im Harn = myelopathische

Albumose (bei malignen Erkrankungen des Knochenmarks).

Benedikts Symptomenkomplex = Hemiplegia alternans superior mit Intentionstremor.

Bergers Parästhesie = Parästhesie bei jugendlichen Kranken in den Beinen, besonders beim Beginn einer Bewegung.

Bergeron-Henochsche Krankheit = Chorea electrica infantilis.

Bergers Parasit = Acarus follicularis.

Bernhardtsche Form der progressiven Muskelatrophie = spinalneurotische Form der progressiven Muskelatrophie.

Bernhardtsche Sensibilitätsstörung auch malum Bernhardti-Roth = Mononeuritis nervi cutanei femoris lateralis.

Berthelots Methode zum Salzsäurenachweis im Magensaft = Extraktion der organischen Säuren (Milchsäure etc.) durch Äther.

Bertholle, asyllabie de = Wortblindheit.

Bertillonage = Körpermessung.

Berzelius' Methode zur quantitativen Albuminstoffbestimmung im Harn = Fällung des Albumins durch Essigsäure und Wägung des Niederschlags.

Beyerinks Granulobakterien = Buttersäurebazillen (Gasphlegmone).

Bezolds Mastoiditis = primäre Mastoiditis.

Bials Pentosuriereagens = Orcin-Salzsäure-Eisenchloridreaktion.

Biederts Verfahren zum Nachweis von Tuberkelbazillen = Sedimentierungsverfahren.

Biermerscher Schallwechsel = Perkussionsschallwechsel (Höhenveränderung) bei Lagewechsel.

Biermersche Krankheit = Anämia perniciosa progressiva.

Biernackis Zeichen = tabische Ulnarisanalgesie.

Bignamis Theorie bei Malaria = Inokulationstheorie.

Billharziakrankheit = Morbus distomi hepatici.

Binz' Chininnachweis im Harn = Schwefelsäure-Jodjodkaliumreaktion (brauner Niederschlag).

Biotsches Atmen = rasches rhytmisch pausierendes Atmen.

Birch-Hirschfeld-Schmorls Typus bei Lungentuberkulose = die inhalierten Tuberkelbazillen haben in einem Spitzenbronchus einen tuberkulösen Prozeß hervorgerufen und infizieren von hier aus weitere Teile der Lunge.

Birketts Hernie = Hernia inguinalis interperitonealis.

Boassche Druckpunkte bei Magenkrankheiten = Druckschmerzen der dorsalen Äste der Interkostalnerven.

Boas-Kaufmanns Bazillus im Mageninhalt = langer Milchsäurebazillus.

Bockarts Impetigo = Impetigo circumpilaris infantilis.

Boeckii scabies = Krustenkrätze.

Böttgers Zuckerprobe = Wismutnitratprobe.

Böttgers Kristalle = Sperminphosphatkristalle (Charcot-Leydensche Kristalle).

Bologninis Masernfrühsymptom = Abdominalknistern.

Bonome, streptococcus de = Streptococcus meningitidis.

Bordets Tuberkulosennachweis = Fixationsreaktion.

Borissowsches Gesetz = bei geringen Pepsinkonzentrationen verhalten sich die Verdauungszeiten wie die Quadratwurzeln aus den relativen Pepsinmengen.

Bostocks Katarrh = Catarrhus aestivus (Heufieber).

Bouchardsche Knötchen = Verdickung der II. Fingerphalangen = Verdickung der Tuberkula an den Ansatzstellen der Extensorensehnen (bei Magendilatation).

Boudinsches Gesetz = Antagonismus zwischen Tuberkulose und Sumpffieber.

Bouillaudsche Krankheit = Endocarditis rheumatica.

Bouillaud-Brocas Aphasie = motorische Aphasie.

Bourgets Jodnachweis = Probe mit Jodreagenspapier (Papier mit Stärkekleister imprägniert, im Dunkeln mit 5⁰/₀ Ammoniumhypersulfatlösung befeuchtet und vor Licht beschützt aufbewahrt; färbt sich bei Jod blau).

Brainards Katheterismus = Katheterismus retrourethralis.

Brandenburgs Probe = leukämisches Blut und Knochenmark bläuen Guajaktinktur ohne Zusatz von Terpentinöl.

Brauells Bazillus = Milzbrandbazillus.

Brauns Methode zum Nachweis freier Salzsäure im Magen = Nachweis durch Natronlauge und Phtenolphtaleinlösung.

Bremers Reaktion bei Diabetes mellitus = Anilinfarbenreaktion des Blutes.

Breslaus Magen-Darmprobe = Schwimmprobe beim fötalen Magen und Darm.

Bricquetsche Krankheit = Ataxia analgica hysterica.

Brightsche Krankheit = Nephritis.

Brintons Krankheit = Linitis hyperplastica sclerotica des Magens = Pachydermie der Magenhäute.

Brion-Kaysersche Krankheit = Paratyphus verursacht durch Bazillus β.

Broadbents Zeichen bei Perikarditis adhaesiva = systolische Einziehung der hinteren Thoraxwand entsprechend der 9.—10. Rippe 5—10 cm links von der Wirbelsäule.

Brocasche Aphasie = motorische Aphasie.

Brodiesches Zeichen = hysterische Gelenkhyperästhesie.

Brown-Sequardsche Lähmung = Halbseitenläsion des Rückenmarks.

Brown-Sequardscher Symptomenkomplex = alternierende Sensibilitätsstörungen bulbären Typus.

Brückes Pepton = Harnpepton = Harnalbumose (nicht idendisch mit Kühnes Pepton).

Brückes Pepsinnachweis im Harn = Phosphorsäure-Blutfibrinprobe (Harn gibt mit Phosphorsäure und Kalkmilch Niederschlag. Dieser wird durch Salzsäure gelöst; in die Lösung wird Blutfibrin eingetragen und digeriert).

Brunssches Symptom = Anfälle von Erbrechen und Schwindel bei Cysticercus ventriculi quarti.

Brysons Zeichen = mangelhafte inspiratorische Erweiterung des Brustkorbes bei Glotzaugenkrankheit.

Buchners Kulturverfahren bei Luftabschluß = Absorption des Sauerstoffs durch Pyrogallol und Kalilauge.

Bunsens Methode der Harnstoffbestimmung = Wägungsmethode. (Zerlegung des Harnstoffs durch Erhitzen mit ammoniakalischer Chlorbaryumlösung und Bestimmung des kohlensauren Baryts.)

Bujwids Cholerareaktion = rosa-violette Färbung von Cholerakulturen durch 2—10°/₀ Salzsäure.

Carrions Krankheit = Verugo peruviana.

Castellanii trypanosoma = Erreger der Schlafkrankheit.

Celsi area = Alopecia areata.

Celsi vitiligo = Lepra anaesthetica.

Chandelons Titrierungsmethode zum Phenolnachweis = Titrierung durch Kaliumhyporbromit und Jodkaliumstärkekleister.

Charcotsche Krankheit = I. amyotrophische Lateralsklerose, II. Arthritis deformans tabica.

Charcotsche Stigmata = hysterische Stigmata.

Charcots hysterogene Zone = umschriebene hyperästhetische Stellen bei Hysterie.

Charcot-Maries Typus der progressiven Muskelatrophie = progressive neurotische Muskelatrophie (Peroneal-Vorderarmtypus).

Charcot-Leydens, auch Charcot-Robinsche Kristalle = Sperminphosphatkristalle = (Asthmakristalle).

Charlouissche Krankheit = Framboesia tropica = Polypapilloma tropicum.

Charrinsche Krankheit = Morbus infectiosus pyocyanei.

Chassaignacsche Lähmung = Paralysis traumatica dolorosa benigna.

Cheadles Krankheit = Barlows Krankheit.

Cheyne-Stokessches Atmungsphänomen = arythmisches Atmen von periodischem Typus.

Christensens Albuminimeter = Apparat zur quantitativen Eiweißbestimmung durch Gerbsäurefällung.

Chvosteks Zeichen = Steigerung der mechanischen Erregbarkeit motorischer Nerven bei Tetanie.

Cloquetsche Hernie = Hernia pectinea.

Coindets cris hydrencéphaliques = automatisches Schreien bei Meningitis tuberculosa.

Colasantis Nachweis von Rhodanverbindungen im Speichel = smaragdgrüne Kupfersulfatreaktion.

Colles-Beaumes' Gesetz = Immunität der Mutter des syphilitischen Kindes.

Combys Masernzeichen = häutchenähnliches Exsudat an Zahnfleisch und Mundschleimhaut, aus degenerierten Plattenepithelien bestehend.

Coopersche Hernie = Hernia femoralis fasciae superficialis.

Coppen-Jonesche Gebilde bei Lungentuberkulose = knospige Gebilde im tuberkulösen Sputum (Fett um elastische Fasern).

Cordeaus Zeichen bei Pleuritis = Fadenspannprobe (spannt man einen Faden von der Mitte des oberen Sternumrandes zur Symphyse, so liegt bei pleuritischen Ergüssen der Schwertfortsatz rechts oder links von dem Faden).

Corrigans Krankheit = Aortenklappeninsuffizienz.

Corrigans Puls = Radialpuls bei Aorteninsuffizienz (Pulsus celer).

Corvisarts aneurysme actif = Myocarditis chronica hypertrophica.

Cotunnii malum = Ischias.

Courmonts Methode zur Untersuchung pleuritischer Ergüsse = Agglutinationsmethode vermittelst Tuberkelbazillenkulturen.

Courmonts Methode zur Frühdiagnose der Tuberkulose = Blutserumagglutinationsmethode.

Cruveilhiersche Krankheit = Ulcus ventriculi rotundum.

Cruveilhiers aneurysma par dilatation périphérique = Aneurysma fusiforme aortae.

Curschmann-Ungarsche Spiralen = Asthmaspiralen.

Czaplewskis Bazillus = Keuchhustenbazillus.

Daltonismus = Anerythropsie = Rotblindheit.

Danielsen-Boecks Krankheit = Lepra anästhetica.

Dariersche Krankheit = Hyperkeratose der Haut.

Davainesche Körperchen = Milzbrandbazillen.

van Deen's Blutnachweis im Mageninhalt = Guajac-Terpentinprobe.

Déjerines reine motorische Aphasie = subkortikale motorische Aphasie.

Déjerines neurotabes périphérique = Neuritis multiplex atactica.

Denigès-Sabrazès Jodnachweis = Jodreaktivpapier (Papier, das mit Stärkelösung und salpetrigsaurem Natrium imprägniert ist. Beim Gebrauch befeuchten mit der zu untersuchenden Flüssigkeit und 10 % Schwefelsäure; bei Vorhandensein von Jod Blaufärbung).

Denys-Leclefsches Phänomen = lebhafte Phagozytose im Reagensglase beim Zusammentreffen von Leukozyten, Kokken und dem dazugehörigen Immunserum.

Dercumsche Krankheit = Fibrolipomatosis dolorosa.

Devergiesche Krankheit = Pityriasis rubra pilaris.

Devotos Methode zum Peptonnachweis = Nachweis durch Ammoniumsulfat.

Dittrichsche Pfröpfe = Fettsäurepfröpfe bei Lungenputreszenz.

Donnésche Probe = Eiternachweis (im Harn) durch Kalilauge (klebrige Masse).

Donovani Piroplasma = rundliche Körperchen von Donovan im Blute zweier an chronischer Malaria verstorbener Indianer

und eines an unregelmäßigem Fieber leidenden Knaben gefunden angebl. Parasiten = Leishmannsche Körperchen.

Dragendorffs Methode zum Nachweis der Gifte = Extraktion der organischen Giftstoffe aus gifthaltigen Flüssigkeiten durch Ausschütteln der Gifte mit Petroläther-Benzol-Chloroform-Amylalkohol bei saurer oder ammoniakalischer Reaktion.

Drigalski-Conradis Verfahren zum Nachweis der Typhusbazillen = Nachweis der Säurebildung auf farbstoffhaltigen Nährböden.

Dubinis Krankheit = Chorea electrica.

Duboissche Krankheit = Abszeßbildung in der Thymusdrüse bei Syphilis.

Duchennesche Krankheit = Pseudobulbärparalyse.

Duchennesche Ataxie locomotrice progressive = Tabes dorsalis.

Duchenne-Aransche Krankheit = spinale Form der progressiven Muskelatrophie.

Duchenne-Erbsche Lähmung = obere Plexuslähmung (plexus brachialis) (Entbindungslähmung).

Duchenne-Aran, main de = Krallenhand.

Duchenne-Landouzy-Déjerines Form der Dystrophie = infantile Form der Dystrophia musculorum progressiva.

Ducreys Bazillus = Bazillus des weichen Schankers.

Dühringsche Krankheit = Dermatitis herpetiformis.

Dukes-Filatowsche vierte Krankheit = scarlatinoforme Röteln (Abortivscharlach).

Dupré meningisme de = meningitische Symptome pneumonischen Ursprungs.

Dupuytrensche Krankheit = Kontraktur der Palmaraponeurose.

Durosiezsche Krankheit = reine unkomplizierte Mitralstenose.

Durosiez' Zeichen = Doppelgeräusch an der Arteria femoralis bei leichter Stethoskopkompression (Aortenklappeninsuffizienz).

Eberthscher Bazillus = Typhusbazillus.

Eberthsche Krankheit = Typhus abdominalis.

Ebstein, lésion de = Koagulationsnekrose des Epithels der gewundenen Harnkanälchen bei Diabetes mellitus.

Ebsteins Perkussion = Tastperkussion.

Edlefsensche Reaktion = Zuckernachweis durch alkalische Permanganatlösung.

Ehretsche Lähmung = Gewohnheitslähmung durch Verlust der entsprechenden Bewegungsvorstellungen.

Ehrlichs Bilirubinnachweis = violette Sulfanil-Salzsäure-Natriumnitritreaktion.

Ehrlichs Triazidmischung = Orange-G-Säurefuchsin-Methylgrünlösung.

Ehrlichs Diazoreaktion = rote Diazobenzolsulfosäurereaktion.

Ehrlichs Toxoide = Zerfallsprodukte von Bakteriengiften.

Ehrlich-Weigertsche Lösung = Gentianaviolett-Anilinwasserlösung.

Eichstedts Pilz = Mikrosporon furfur.

Einhornsche Magenerosionen = Gastritis mit leicht verletzlicher Magenschleimhaut.

Eisenlohrs Symptomenbild = Dysarthrie, Lippen-, Zungen-, Gaumenmuskulaturlähmung, Schwäche in den Extremitäten, Benommenheit.

Ellis-Damoiseausche Kurve = obere pleuritische Dämpfungsgrenze, die eine nach oben konvexe Kurve mit dem höchsten Punkt in der Seitenwand des Thorax bildet.

Elsners Asthma = Angina pectoris.

Elzholtzs Gemisch = Eosinglyzerinwasserlösung (zur quantitativen Bestimmung der Leukozytose).

Elzholtzsche Körperchen = Zerfallsprodukte bei Degeneration markhaltiger Nervenfasern.

Emmerichs Bazillus = Bazillus neapolitanus (falscher Cholerabazillus).

Eppendorfs Bazillus = Pertussisbazillus.

Erbsche Krankheit = Myasthenia gravis pseudoparalytica = asthenische Bulbärparalyse = Bulbärparalyse ohne anatom. Befund.

Erbsche Lähmung = kombinierte Schulter-Armlähmung = Lähmung des oberflächl. primären Plexusstammes.

Erbs syphilitische Spinalparalyse = Paraplegia chronica syphilitica = Meningomyelitis chronica syphilitica.

Erbscher Punkt = Supraklavikularpunkt für den Plexus brachialis.

Erbsches Zeichen = 1. galvanische Überregbarkeit der moto-

rischen Nerven bei Tetanie. 2. Ausbleiben der Pupillenerweiterung bei Tabes auf schmerzhafte Reizung der Wangenhaut.

Erbsche Form der progressiven Muskelatrophie = juvenile Form der progressiven Muskelatrophie.

Erb-Goldflam-Oppenheims Krankheit = Myasthenie.

Erbensches Phänomen = Schmerzen des erkrankten Ischiadikus bei Hyperflexion des gesunden Beins.

Erdmanns Reagens = Reagens zum Alkaloidnachweis durch salpetersäurehaltige Schwefelsäure.

Erichsensche Krankheit = Railway spine.

Erichsensches Symptom = Schmerzhaftigkeit bei Kompression der Darmschaufeln bei Tuberculosis symphysis sacro-iliaca.

Ermengens Methode zum Nachweis peritritischer Geißeln = Silbernitratmethode.

Esbachs Reagens = Pikrin-Zitronensäurereagens.

Esbachs Albuminimeter = Albuminmesser bei Fällung des Eiweiß mit dem Pikrinzitronensäurereagens.

Ewalds Salzsäurenachweis im Magensaft = Violettfärbung durch Rhodankalium und essigsaures Eisenoxyd.

Ewarts Verfahren zur Hervorbringung des Trachealsymptoms bei Aneurysma aortae = Emporheben des Larynx unterhalb der Cartilago cricoidea (Balanzieren des Larynx).

Fauchardsche Krankheit = Periostitis alveolaris.

Fauvels graines jaunes = peribronchitische Abszesse.

Fehleisens micrococcus = Streptococcus erysipelatis.

Fehlingsche Lösung = Kupfersulfat-Seignettesalz-Natronlauge-Mischung.

Fehling-Soxhletsche Titrationsmethode = quantitativer Zuckernachweis durch Reduktion alkalischer Kupferlösung.

Feinbergs Parasit = angebl. Krebsparasit.

Fenwicks Krankheit = primäre allgemeine Magenatrophie.

Fickers Typhusdiagnostik = Blutagglutinationsverfahren.

Filatow-Dukessche Krankheit siehe Dukes. Filatowsche Flecken = weißliche Flecken auf der Wangenschleimhaut bei Masern.

Filipowicz' Zeichen = gelbliche Verfärbung der Handflächen und Fußsohlen mit folgender Abschuppung (bei Gelenkrheumatismus, Tuberkulose, Typhus).

Finkler-Priors Bazillus = Bazillus cholerae nostrae.
Finklers Krankheit = Influenzapneumonie.
Fischers Zuckerprobe = Phenylhydrazinprobe.
Fischer-Jennings Zuckerprobe = Resorzinprobe.
Fischers (Emil) Schwefelwasserstoffreaktion = Methylenblaureaktion (p.-Amidodimethylanilin + Wasser + einige Tropfen konz. Schwefelsäure + weingelbe Eisenchloridlösung gibt mit Schwefelwasserstoff blauen Ring.
Flajansche Krankheit = Basedowsche Krankheit.
Fleischl-Miescher sche Methode der Hämoglobinbestimmung = kolorimetrische Methode. (Blutfarbe verglichen mit einem rotgefärbten Glaskeil.)
Flexners Bazillus = Dysenteriebazillus.
Flints Symptom = präsystolisches Geräusch und Schnurren an der Herzspitze bei Aorteninsuffizienz.
Flückigers Antifebrinnachweis = Isozyanphenylreaktion.
Flügges Theorie bei Tuberkulose = Lehre von der direkten Übertragung der Tuberkelbazillen durch Sputumtröpfchen.
Foa-Plimmersche Körperchen = angebl. Krebsparasit.
Försters Verschiebungstypus = Gesichtsfeldverschiebungstypus. (Bei Perimeteraufnahmen erscheint der Gesichtskreis bei zentripetaler Führung des Objekts größer, bei zentrifugaler kleiner; Hysterie, Neurasthenie.)
Försters Streptothrix = aktinomyzesähnlicher Pilz.
Fothergillscher Gesichtsschmerz = Trigeminusneuralgie.
Fovillescher Typus = Hemiplegia alternans: Abducenslähmung auf der einen Seite, Extremitätenlähmung auf der andern Seite.
Fränkels Pneumonie = indurative Pneumonie.
Fränkel-Gabetts Tuberkelbazillennachweis = Färbung durch alkal. Anilinfarbstofflösung.
Fränkel-Sängers Bazillus = Bazillus bei Endokarditis verrucosa.
Fränkel (A.)-Weichselbaums Diplokokkus = Diplococcus pneumoniae.
Fredericqs Zeichen = roter Zahnfleischsaum bei Lungentuberkulose.
Frenkels Symptom bei Tabes = Hypotonie der Muskulatur.
Frerichs Leberkolik = alternierende Leber- und Dickdarmkolik.

Friedländers Bazillenfärbungsmethode = Färbung mit Gentianaviolettlösung.

Friedländers Bazillus = Bacillus pneumoniae.

Friedmanns Symptomenkomplex = vasomotorischer Symptomenkomplex bei Gehirnerschütterung.

Friedmanns Krankheit = rezidivierende infantile spastische Spinalparalyse.

Friedreichsche Krankheit = 1. Ataxia hereditaria spinalis statica ohne Patellarreflex. 2. Paramyoclonus multiplex (Myoklonie).

Friedreichscher Schallwechsel = geringe Erhöhung des tympanitischen Schalles bei tiefer Einatmung (über Kavernen und retrahiertem Lungengewebe).

Frischs Kapselbazillus = Rhinosklerombazillus.

Fröhdes Reagens zum Nachweis von Morphium = Schwefelsäure-Natriummolybdatreaktion (violett-blau-grün-rot).

Frommer und Emil Lewys Nachweis von Azeton = rotschwarze Kalihydratsalizylaldehydreaktion.

Froriepsche Schwielen = Myositis fibrosa.

Fürbringers Eiweißnachweis = Sublimat-Natriumchlorid-Zitronensäurereaktion (Fällung).

Fürstnersche Krankheit = Pseudospastische Parese mit Tremor.

Gärtners Bazillus = Bacillus enteritidis.

Gansers Symptom bei Hysterie = Symptom des Vorbeiredens.

Galeni torpor = Magenschwäche.

Galeni sarcocele = Hernia carnosa.

Galeni phlegmone = Erysipelas gangraenosa.

Galeni morbus = Gangraena.

Galvagnis Pneumonie = Pneumonia disseminata.

Garlandsches Dreieck = paravertebrale Aufhellungszone bei pleuritischen Exsudaten.

Garrodsche Probe = Harnsäurefadenprobe.

Gauchers Krankheit = Pseudotuberculosis aspergillaris (Aspergillus niger).

Gaylord-Leydens Parasit = angebl. Krebsparasit.

Geißlers Reagenspapier = Mit Kaliumquecksilberjodid getränktes Papier zur Eiweißprobe.

Gerhardtsche Reaktion = rote Eisenchloridreaktion zum Nachweis der Diazetessigsäure.

Gerhardtscher Schallwechsel = Kavernenschallwechsel (der tympanitische Schall der Kavernen ist zuweilen beim Aufrechtsitzen tiefer als beim Liegen.

Gerhardtsches Sympton = Verlängerung der Herzdämpfungsfigur nach oben bei Pulmonalstenose.

Gerhardtsches Zeichen = Jugulariszeichen bei Sinusthrombose. (Geringere Füllung der Vena jugularis externa.)

Gerhardts Urobilinnachweis = Jodreaktion; Jod + Kalilösung + Urobilin gibt Fluoreszenz in Grün.

Gerhardts Zeichen bei Aneurysma der Vertebral- und Basilararterien = Gefäßgeräusch am Hinterkopf.

Gerliersche Krankheit = Vertigo paralytica endemica.

Giacomis Färbung bei Syphilisbazillen = Anilinfuchsinfärbung mit Entfärbung durch Eisenchlorid.

Giacosas Phenolnachweis = Brom-Jodkalium-Stärkekleisterreaktion.

Gibbes Verfahren zum Nachweis von Tuberkelbazillen = Färbung durch alkalischen Anilinfarbstoff.

Gibertsche Krankheit = Pityriasis rosea.

Giemsas Methode für Färbung der Spirochaeta pallida = Eosinfärbungsmethode.

Gilbert und Leons Bazillus = Endokarditisbazillus.

Gilles de la Tourettesche Krankheit = Maladie de tic mit Zwangshandlungen.

Glénardsche Krankheit = Neurasthenia dyspeptica.

Glénardsche Nierenpalpation = Palpation bei tiefer Inspiration.

Gluges Entzündungskugeln = kugelige Gebilde bei fettiger Entartung.

Gmelins Reaktion zum Gallenfarbstoffnachweis = Farbenringreaktion mit Salpersäure.

Godeliers Gesetz = bei Bauchfelltuberkulose besteht stets Pleuratuberkulose.

Goldflamsche Krankheit = paroxysmale familiäre Parese der Extremitäten.

Goldflam-Erb-Oppenheims Krankheit = Myasthenie.

Goldscheiders Methode der Herzperkussion = Orthoperkussion (Schwellenwertperkussion).

Golgis Parasit = 1. Parasit der Malaria tertiana. 2. Parasit der Malaria quartana.

Golgis Malariaregel = die Schwere des Anfalls ist der Zahl der Parasiten proportional.

Gombaultsche Neuritis = segmentäre diskontinuierliche Degeneration der Nerven unter toxischen Einflüssen.

Gowers Vorrichtung zur Bestimmung des Hämoglobingehalts des Blutes = kolorimetrische Messung durch Vergleich mit Pikrokarmingelatine.

Graefesches Symptom = Zurückbleiben des Oberlids beim Senken des Blickes bei Basedowsche Krankheit.

Gramsche Färbungsmethode für Mikroorganismen = Gentianaviolett-Anilinwasserfärbung mit nachfolgender Behandlung mit Jodjodkaliumlösung und Alkoholspülung. (Bazillen werden tief blau.)

Granchers Pneumonie = Pneumonia fibrinosa massiva = Splenopneumonie.

Grasheysche Aphasie = Aphasie durch Verminderung der Dauer der Sinneseindrücke (Assoziationsstörung).

Grassetsche Krankheit = das blaue Ödem der Hysterischen.

Graves' Krankheit = Basedowsche Krankheit.

Grawitzsche Schlummerzellen = Zellen, die durch Färbung nicht sichtbar werden, die jedoch bei Entzündungen plötzlich auftauchen, sich vergrößern und sichtbar werden.

Grawitzscher Tumor = Tumor suprarenalis.

Grazianis Indikannachweis = rote Schwefelsäure-Eisenchloridreaktion.

Griesingers Symptom bei Sinusthrombose = umschriebenes Mastoidödem.

Grinders Asthma = Schleiferasthma.

Groccos Symptom = paravertebrales Dreieck bei exsudativer Pleuritis.

Groschsche Theorie = die Lokalisation der Lipome hängt von dem relativen Drüsengehalt der Hautgebilde ab.

Groß' Podynie = Arthritis der kleinen Fußgelenke.

Gruber-Widals Verfahren zur Typhusdiagnose = Serumagglutinationsmethode.

Grubersche Hernie = Hernia mesogastrica interna.

Grubers Bakterium = Buttersäurebazillus (bei Gasphlegmone).

Grubys Pilz = Trichophyton tonsurans.

Grubys Krankheit = Mikrosporie verursacht durch Fadenpilz (Alopecia areata).

Grünhagens Pepsinbestimmung = vergleichende Bestimmung der auflösenden Wirkung auf Fibrin.

Grützners Methode der Pepsinbestimmung = Prüfung der auflösenden Wirkung auf Karminfibrin.

Gublersche Lähmung = alternierende Extremitäten-Facialislähmung — Hemiplegia alternans inferior.

Gublersche Sehnenschwellung = neuritische Sehnenschwellungen am Handrücken.

Guerlins Krankheit = Chorea electrica.

Gunnigs Mischung zur Harnstoffbestimmung = Kaliumsulfat-Kupfersulfat-Schwefelsäure.

Günthers Färbungsmethode = Färbung durch Anilinwasser-Gentianaviolettlösung.

Gussenbauers Ausfallsymptome bei Commotio cerebri = bleibender Gedächtnisdefekt für Vorgänge kurz vor dem Unfall.

Günzburgs Reagens zum Nachweis freier Salzsäure im Magen = Phloroglucinvanillinlösungreaktion.

Hagens Symptom = Pseudohalluzination.

Hahnemanni sycosis = Syphilis mit Kondylomen.

Hainesche Zuckerprobe = rote Kupfersulfat-Kalilauge-Glyzerinreaktion.

Hajeks Bazillus = Bacillus foetidus ozaenae.

Hammondsche Krankheit = Athetose.

Hanotsche Krankheit = primäre biliäre hypertrophische Lebercirrhose mit Ikterus.

Hansens Bazillus = Leprabazillus.

Hauseri Proteus = Miterreger der Gasphlegmone.

Harleysche Krankheit = paroxysmale Hämoglobinurie.

Harnacks quantitative Jodbestimmung im Harn = Bestimmung mit Palladiumjodür.

Harrisonsche Furche = rhachitische Thoraxfurche am Zwerchfellansatz.

Hayems Verfahren zur Blutuntersuchung = Anstechen der Fingerbeere.

Hayems Methode der Hämoglobinbestimmung = kolorimetrische Messung durch Kartonscheibchen.

Haygarthsche Knoten = Auftreibung der kleinen Gelenke bei Arthritis deformans.

Heads Zonen = zirkumskripte kutane Hyperalgesien bei viszeralen Erkrankungen.

Heberdensche Knoten = osteophytische Knötchen an den Endphalangen der Finger bei Gicht und chronischem Gelenkrheumatismus.

Hebrasche Krankheit = Acne cachecticorum folliculosa.

v. Heinesche Kinderlähmung = essentielle spinale Kinderlähmung (Poliomyelitis anterior acuta).

v. Heines Pestzeichen = zentrale blaurote Zungenverfärbung.

Heintz-Ragskys Harnstoffbestimmung = Zerlegen durch Schwefelsäure und Bestimmung des Ammoniaks.

Heller-Mooresche Zuckerprobe = Kalilaugeprobe. (Braunfärbung beim Kochen.)

Hellers Eiweißprobe = Salpetersäureschichtungsprobe.

Hellers Blutprobe = Kochprobe mit Kalilauge (rubinrote Farbe von durch Hämatin gefärbten Erdphosphaten).

Henles Parasit = Acarus follicularis.

Henochs Krankheit = Purpura mit Gelenkschwellung und Abdominalerscheinungen.

Hersmannsche Krankheit = tatzenartige Vergrößerung der Hände (Ausbildung von klumpigen, knotigen Geschwülsten an den Strecksehnen und im subkutanen Gewebe des Handrückens).

Herzbergs Reagens zum Nachweis freier Salzsäure = Kongorotreagenspapier (blauschwarze Färbung).

Hesses Verfahren zum Nachweis der Tuberkelbazillen = Nährboden von Agar-Agar + Somatose.

Hesselbachsche Hernie = gelappte Schenkelhernie.

Heubner-Jägerscher Kokkus = Meningokokkus.

Heubnersche Krankheit = Endarteriitis obliterans der Hirngefäße bei Syphilis.

Heynsiussche Eiweißprobe = Essigsäure-Chlornatriumkochprobe.

Hindenlangsche Eiweißprobe = Metaphosphorsäureprobe (Niederschlag).

Hippocratis morbus niger = Melaena = Ikterus gravis.

Hippocratis succussio = Geräusch beim Schütteln der Pneumothoraxkranken.

Hippocratis digitus = Trommelschlägerfinger.

Hippocratis facies = Totengesicht.

Hippocratis angina = Retropharyngealabszess.

Hippocratis angina parotidea = parotitis infectiosa.

Hippocratis sphacelus = fieberhafte Erkrankung mit schweren Gehirnerscheinungen.

Hirschsprungsche Krankheit = Hypertrophia et dilatatio congenita flexurae sigmoideae.

Hodgkinsche Krankheit = Pseudoleukaemia lymphatica.

Hodgsonsche Krankheit = atheromatöse Dilatation der Aorta mit Insuffizienz.

Hoffas Zeichen = frühzeitige Abduktionsbehinderung des Beins der erkrankten Seite bei Arthritis deformans coxae.

Hoffmannsche Form der Muskelatrophie = neurotische Form der Muskelatrophie.

Hoffmanns Symptom bei Tetanie = Steigerung der mechanischen und elektrischen Erregbarkeit sensibler Nerven.

Hoffmann-Werdnigs Typus der Muskelatrophie = hereditäre infantile Form der spinalen Muskelatrophie.

Hoffmanns Nachweis freier Salzsäure im Magen = Nachweis durch Rohrzucker (Umwandlung in Dextrose und Lävulose).

Hoffmanns Chloroformnachweis bei Vergiftungen = Isocyanphenylprobe (ekelhafter Geruch).

Hofmanns Stäbchen = Pseudodiphteriebazillus.

Hofmeisters Peptonnachweis im Harn = Phosphorwolframsäureprobe (Trübung des mit konz. Essigsäure versetzten Harns).

Hopkins Harnsäurebestimmung im Harn = Fällung durch Chlorammonium, Bildung von Ammoniumdiurat.

Hoppe-Goldflams Symptomenkomplex = Bulbärparalyse ohne anatomischen Befund (Myasthenia gravis pseudoparalytica).

Hoppe-Seylers Probe zum Nachweis von Kohlenoxyd im Blut = zinnoberrote Ätznatronreaktion.

Hoppe-Seylers Zuckerprobe = Orthonitrophenylpropiolsäureprobe (diese Säure + Natronlauge gibt bei Gegenwart von Zucker Blaufärbung).

Hornerscher Symptomenkomplex = Lähmung des Sympathicus im Gesicht (Ptose, Miosis und Bulbusretraktion).

Howshipsche Lakunen = Lakunenbildung im Knochen.

Huchardsche Herzarythmie = neurasthenische Herzarythmie.

Huchards ataxie morale bei Hysterie = hysterische Launenhaftigkeit.

Hüfners Harnstoffbestimmung = volumetrische Stickstoffbestimmung (Zersetzung des Harnstoffs durch Bromlauge).

Huntersche Induration = syphilitsche Primärsklerose.

Huntingtonsche Krankheit = Chorea hereditaria (chorea chronica progressiva).

Hupperts Urobilinnachweis = Kalkmilchfällungsverfahren (Niederschlag, etwas angesäuert, gibt Grünfärbung).

Husemanns Blausäurenachweis in der Luft = Guajak-Kupfervitriolreaktion (Guajakpapier, mit Kupfervitrol benetzt, färbt sich bei Blausäure blau).

Hutchinsons Trias = Trias der hereditären Syphilis = 1. Keratitis parenchymatosa. 2. Ohrlabyrinthserkrankung. 3. Mißbildung der Schneidezähne.

Hutchinsons Gesicht = ausdruckloses träges Gesicht.

Hutchinsons Zähne = kongenital-syphilitsche Erosion der Zähne.

Ipsens Strychninnachweis im Harn = blaue Schwefelsäure-Ammoniumvanadatreaktion.

Isambertsche Krankheit = Miliartuberkulose des Pharynx und Larynx.

Israelis Streptothrix = Aktinomyzespilz.

Ivanoffs vibrio = Choleravibrio.

Jaccoudsche Krankheit = Rheumatismus chronicus fibrosus = sekundärer chron. Gelenkrheumatismus.

Jäger-Weichselbaums Kokkus = Meningokokkus.

Jaffés Indikannachweis = Indigoblaureaktion.

Jaffés Kreatininnachweis im Harn = rote Pikrinsäurereaktion.

Jacksons Syndrom = Rekurrenslähmung mit Hemiplegie der Zunge und des Gaumensegels.

Jackson-Hughlings Epilepsie = Rindenepilepsie.

Jaksche Krankheit = Anämia pseudoleucämica infantum.

Jakschs Melaninnachweis im Harn = Eisenchloridprobe (Graufärbung).

Jakschs Urobilinnachweis im Harn = fluoreszierende Zinkchloridreaktion.

Jakschs quantitative Bestimmung freier Salzsäure im Magensaft = Zusatz von kohlensaurem Baryt und Wägung des erhaltenen Chlorbaryums.

Janins Tetanus = Kopftetanus.

Jastrowitz' Reflex = Kremasterreflex.

Jellinek-Rosinsches Symptom bei M. Basedowii = Pigmentierung der Augenlider.

Jendrassikscher Handgriff = Auseinanderziehen der ineinandergehakten Finger (um den Patellarreflex besser zu erzielen).

Joffroys Symptom bei M. Basedowii = Trägheit des Lids beim Blick nach oben.

Joffroys Phänomen bei Ischias = Glutäalhüftphänomen (rhythmische Zuckungen der Gesäßmuskeln bei Druck).

Johnsohns Zuckernachweis = rote Pikrinsäurereaktion (Pikrinsäure + Kalilauge).

Jollessche Eiweißprobe = Sublimat-Bernsteinsäureprobe.

Jolles' Quecksilbernachweis im Harn = Goldamalgamierungsprobe (Quecksilber wird auf vergoldetem Platinblech fixiert).

Jolles' Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Eiweißkörper = Stickstoffbestimmung durch volumetrisches Verfahren.

Jolles' Gallenfarbstoffnachweis im Harn = grüne Chlorbaryum-Jodreaktion.

Jollys myasthenische Reaktion = abnorme Erschöpfbarkeit der Muskeln durch elektrischen Reiz.

Jundells Bazillus = Bacillus catarrhalis.

Justussche Syphilisreaktion = Hämoglobinprobe bei Syphilis = Absinken des Blutpigmentgehaltes der Syphilitischen durch Quecksilberkuren.

Kahlers Symptomenkomplex = multiple Myelome mit Albumosurie 1. Bence-Jonessche Eiweißkörper. 2. Verkrümmung der Knochen bes. des Rumpfes. 3. Hochgradige Schmerzhaftigkeit zu gewissen Zeiten an gewissen Stellen abwechselnd mit schmerzfreien Intervallen.

Kahlers Reagens für freie Salzsäure = braune Ultramarin-Zinksulfidreaktion (blaue Farbe wird beim Erwärmen braun).

Kaposis Krankheit = Xeroderma pigmentosum.

Kassowitz' Respirationsstörung = exspiratorische Apnoe.

Katayamas Kohlenoxydnachweis im Blut = rote Schwefel-

ammoniumessigsäurereaktion (normales Blut wird grau bis graugrün).

Kathreins (Maréchals, Trousseau und Dumontpalliers) Probe zum Nachweis von Gallenfarbstoff im Harn = Jodprobe (Grünfärbung durch Jodtinktur).

Kernigs Zeichen bei Meningitis = Flexionsphänomen = (bei sitzender Stellung des Kranken, wenn die Beine aus dem Bett hängen, ist eine solche Spannung in den Kniebeugern, daß die Unterschenkel nicht gestreckt werden können).

Kienboecks Myelodelese = traumatische Nerven- und Rückenmarkszerrung.

Kippsche Keratitis = Malariakeratitis.

Kippenbergers Methode zum Nachweis der Gifte (Alkaloide) beruht auf Überführung der Gifte in wasserlösliche glyzeringerbsaure Verbindungen.

Kirchner-Pfeiffers Mikrokokkus = Micrococcus catarrhalis.

Kirsteins Methode der Laryngoskopie = direkte Autoskopie.

Kitasatos Bazillus = Pestbazillus.

Kjeldahls Harnstoffbestimmung resp. Stickstoffbestimmung = Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen durch konz. Schwefelsäure, Abdestillieren des gebildeten Ammoniaks nach Zusatz von überschüssiger Lauge; Auffangen des Ammoniaks in Normalschwefelsäure und Bestimmung des Ammoniaks durch Titration.

Klebssche Nephritis = Glomerulonephritis.

Klebsscher Bazillus = Diphteriebazillus.

Kleckis Bazillus = Buttersäurebazillus.

Kleins Bazillus = Bacillus enteritidis sporogenes.

Klemms Tetanus = Kopftetanus.

Klumpkesche Lähmung = untere Plexuslähmung (Plexus brachialis, untere Wurzel).

Kochscher Bazillus = 1. Tuberkelbazillus 2. Cholerabazillus.

Kochs Färbungsmethode für Tuberkelbazillen = Doppelfärbung mit Methylviolett und Bismarckbraun oder Vesuvinlösung.

Koch-Weeksscher Bazillus = Bacillus conjunctivitidis crouposae infectiosae.

Körners Symptomentrias bei akuter Mittelohrerkrankung = 1. Vorwölbung des Trommelfells. 2. Fieber. 3. Schmerz.

Kösters Reagens auf freie Salzsäure = Malachitgrün.

Kopliksches Masernzeichen = primäre weißliche Wangenschleimhautflecken bei Masern.

Koppsches Asthma = Spasmus glottidis infantum.

Koranyis Methode zur Diagnostik der Niereninsuffizienz = Gefrierpunktsbestimmung von Blut und Harn (Bei Niereninsuffizienz besteht Gefrierpunktserniedrigung).

Korsakoffs Syndrom = Polyneuritische Geistesstörung.

Kraepelins Schreckneurose = traumatische Hypochondrie.

Kroenigs Perkussionsmethode = Spitzenperkussionsmethode.

Krüger-Wulffs Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Xanthinkörper im Harn = Fällung der Xanthinkörper durch Kupfersulfat und Natriumbisulfat und Bestimmung des Stickstoffs.

Kruses Bazillus = Dysenteriebazillus.

Kühnes Färbungsmethode von Mikroorganismen in Schnitten = Färbung mit alkohol. Viktoriablaulösung.

Kümmellsche Krankheit = Spondylitis traumatica, rarefizierende Ostitis.

Külzscher Nachweis von β-Oxybuttersäure im Harn beruht auf Bildung von α-Krotonsäurekristallen.

Kunkels Nachweis von Kohlenoxyd im Blut = rote Zinkchlorid- oder Platinchloridreaktion (normales Blut wird schwarz).

Kussmauls Puls bei Perikarditis = Pulsus paradoxus (inspiratorisches Kleinerwerden des Pulses).

Laachés Verfahren zum Messen der roten Blutkörperchen = Methode der Messung trockener Blutkörperchen.

Labordes Verfahren bei Scheintoten = rhythmisches Vorziehen der Zunge.

Laennecsche Krankheit = chronische diffuse interstitielle Hepatitis.

Laennecscher Infarkt = hämorrhagischer Lungeninfarkt.

Laennec-Kochscher Typus bei Lungentuberkulose = die Bazillen vermehren sich in den Alveolen und rufen hier einen tuberkulös-pneumonischen Prozeß hervor.

Lafons Digitalisnachweis = blaugrüne Eisenchloridreaktion (digitalishaltige Flüssigkeit + Schwefelsäure + Alkohol + Eisenchloridlösung).

Lamaunas Zuckernachweis = Phenylhydrazinprobe.

Landolts Nachweis von Phenol im Harn = Fällung des Phe-

nols als Tribromphenol durch Bromwasser; aus der Menge von Tribromphenol berechnet man die Menge des Phenols.

Landouzy-Déjérine-Duchennes Muskelatrophie = infantile Form der progressiven Muskelatrophie.

Landowskis Symptomentrias = 1. Tumoren der Haut. 2. Tumoren der Nerven. 3. Pigmentation der Haut (Ektodermtumoren).

Landré-Beauvais, maladie de = progressiver Gelenkrheumatismus.

Landrysche Paralyse = Akute aufsteigende Lähmung.

Lasèguesche Krankheit = Verfolgungswahn.

Lasèguesches Zeichen = Ischiasschmerzen bei forcierter Beugung des Oberschenkels bei gestrecktem Unterschenkel.

Lasèguesches Symptom bei Hysterie = Anästhesie mit Störung des Muskelsinns.

Lassaignesche Methode zum Stickstoffnachweis in organischen Körpern = Berlinerblaureaktion (Substanz + metall. Natrium erhitzt bis zum Glühen. Es bildet sich Cyannatrium bei Stickstoffgegenwart. Nach Zufügen von Wasser filtrieren. Filtrat gibt mit gelbgewordenem Eisenvitriol Ferrocyannatrium und, mit Salzsäure angesäuert, blauen Niederschlag).

Laugiersche Hernie = Hernie im Ligamentum lacunare.

Laveransche Körperchen = Malariaplasmodien.

Legalsche Probe zum Nachweis von Aceton = karmoisinrote Natriumnitroprussidessigsäurereaktion.

Lehmanns Verfahren zur quantitativen Zuckerbestimmung = jodometrisches Verfahren.

Leishmannsche Körperchen = rundliche Körperchen in Ausstrichen der Milzpulpa mit großem ringförmigen Chromatinkörper neben einem weit kleineren Chromatinkörper. Nach Leishmann Reste abgestorbener Trypanosomen.

Leos Nachweis freier Säuren im Magen = Kohlensäurebildung durch kohlensauren Kalk.

Leuckarts Rhabdonema strongyloides = Cochinchinadiarrhoe verursacht durch Anguillula intestinalis.

Leuterts Cholesteatome = Retentionsgeschwülste im Ohr.

Levaditis Methode der Blutplättchenfärbung = Färbung durch Brillantkresylblau.

Lewins Jodoformnachweis = rote Phenolalkalireaktion.

Lewins Nitroglyzerinnachweis = purpurrote konz.-Schwefelsäure-Anilinreaktion.

Leydensche Lähmung = Hemiplegia alternans superior (Okulomotorius-Extremitätenlähmung).

Leyden-Möbius-Zimmerlins progressive Muskelatrophie = hereditäre Form der Pseudohypertrophia musculorum progressiva.

Leydenia gemmipara = Protozoen in der Aszitesflüssigkeit Karzinomkranker.

Liebensche Azetonreaktion = Jodoformreaktion (Zusatz von Jodjodkalilösung mit Natronlauge gibt Ausscheidung von Jodoform).

Liebigs quantitative Harnstoffbestimmung = Titrierung des Harnstoffs mit Merkurinitrat.

Lissauersche Paralyse = atypische Paralyse.

Littrescher Bruch = Divertikelbruch = Darmwandbruch.

Littlesche Krankheit = zerebrale kongenitale spastische Paraplegie mit hauptsächlicher Beteiligung der Beine.

Littles Ätiologie der zerebralen Kinderlähmung = Geburtsursache.

Littens Endokarditis = maligne Form der akuten Endokarditis.

Littens Phänomen = Zwerchfellphänomen. (An der Brustwand bei Atmungsbewegungen sichtbares Schattenspiel.)

Lobsteinsche Krankheit = Osteopsathyrosis.

Loefflers Bazillus = Diphtheriebazillus.

Löfflers Blau = Methylenblau in Kalilauge 1:10000.

Loeschs Amöbe = Erreger der Amöbendysenterie.

Löwenbergs Bazillus = Ozaenabazillus.

Löwitsche Körperchen = Hämamöba leucämica (Kunstprodukt aus Mastzellengranulationen.

Logetschnikows Symptom = völlig symmetrische Unbeweglichkeit beider Bulbi bei diffuser Sklerodermie.

Louisscher Winkel bei Rhachitis = Angulus sterni rhachiticus.

Lucatellos Pneumonie = Streptokokkenpneumonie.

Ludovici angina = Angina submentalis = Submaxillardrüsenphlegmone.

Lüttkes Methode der quantitativen Bestimmung freier Salzsäure im Magen = Bestimmung der Differenz zwischen

dem Gesamtchlor in 10—20 ccm Magensaft und in 10 ccm leicht geglühtem getrockneten Magensaft.

Ludwigs Methode zur Harnsäurebestimmung = Darstellung der schwer löslichen Silberdoppelverbindungen, Abtrennung des Silbers durch Schwefelalkali (ammoniak. Silberlösung — Magnesiamischung — Schwefelkalium oder Schwefelnatriumlösung).

Lustgartens Bazillus = vermeintlicher Syphilisbazillus.

Lustgartens Methode zur Färbung der Syphilisbazillen = Gentianaviolettfärbung mit Entfärbung durch hypermangansaures Kali.

Lustgartens Chloroformnachweis = blaue β-Naphtol-Kalilaugereaktion.

Mac Burneyscher Punkt = perityphlitischer Schmerzpunkt (in der Mitte zwischen Nabel und Spina iliaca anterior superior).

Mac Carthys' Reflex = Supraorbitalreflex (Klopfen auf den Supraorbitalnerv bewirkt fibrilläres Zittern des Muscul. orbicul. palpebr.).

Madelungs Deformität = spontanrhachitische Luxation im Handgelenk.

Madelungs Fetthals = diffuses symmetrisches Lipom am Hals.

Magelhâes filaria = Filaria sanguinis hominis (doppelt so groß wie Filaria Bancrofti).

Maixnersche Leberzirrhose = Zirrhose mit Leber- und Milzvergrößerung ohne Meteorismus, Aszites und Diarrhoe.

Malmstens Parasit = Trichophyton tonsurans.

Manardi lactumen = Crusta lactea.

Mangelsdorffs Phänomen = akute Magenerweiterung bei Migräne und epileptischen Anfällen.

Mannkopfsches Zeichen = Pulsbeschleunigung bei Druck auf schmerzhafte Stellen bei Neurasthenie, Hysterie, traumatischer Neurose.

Mansons Theorie = Moskitoinfektionstheorie bei Malaria.

Mansoni ligula = Bothriocephalus liguloides.

Marchis Färbungsmethode = Darstellung der Zerfallsprodukte der Markscheiden durch Chromosmiumsäurebehandlung.

Mareys Lufthebel = Apparat zur graphischen Darstellung von Oszillationen.

Mariesche Krankheit = 1. Akromegalie, 2. Osteoarthropathia hypertrophicans = sekundäre Ostitis hypertrophica (Trommelschlägerfinger), 3. Ataxia hereditaria cerebellaris spastica mit Patellarreflexsteigerung.

Marie-Strümpellsche Krankheit = chronische ankylosierende Entzündung der Wirbelsäule, des Hüft- und Schultergelenks ohne Kyphosenbildung = Spondylitis rhizomelica.

Maries Zeichen bei Basedow = Tremor manuum.

Marinos Färbungsmethode der Spirochaeta pallida = Methylenblau-Eosinfärbung.

Marochettische Bläschen = Lyssabläschen unter der Zunge (angeschwollene Ausführungsgänge der submaxillaren Drüsen).

Marpugos Nachweis von Benzol = karminrote Karbolsäure-Kalziumhydroxydreaktion.

Marshall-Hallsches Verfahren zur künstlichen Atmung = Bauchlage-Druck auf den Rücken — Seitenlage — Bauchlage etc.

Marshsche Arsenprobe = arsenhaltige Substanz wird mit naszierendem Wasserstoff behandelt (d. h. mit Zink und Schwefelsäure). Es bildet sich Arsenwasserstoff, der die Wasserstoffflamme lila färbt. Auf einem in die Flamme gehaltenen Porzellanscherben entstehen schwarze Flecken; wird das Gasentbindungsrohr an einer Stelle stark erhitzt, so entsteht ein Arsenspiegel.

Masochismus = passive Algolagnie.

Mathieusche Krankheit = Weilsche Krankheit = Icterus febrilis infectiosus.

May-Grünwalds Farbstoff zur Blutfärbung = eosinsaures Methylenblau.

Mayets Gemisch zur Zählung der roten Blutkörperchen = Osmiumsäure-Glyzerin-Eosinlösung.

Menièresche Krankheit = Ohrenschwindel.

Merciersche Barrière = Hyperplasia portionis intermediae prostatae.

Metts Methode zur Pepsinbestimmung im Magen = Bestimmung des Pepsins nach der Länge des verdauten Eiweißes an Säulchen von geronnenem Eiweiß, die sich in Glasröhren befinden.

Meuniers Pepsinbestimmung = titrimetrische Methode.

Meynerts Amentia = polyneuritische Psychose.

Meynets Knötchen = fibromatöse Knötchen der Gelenkkapsel und Sehnenscheiden bei Rheumatismus articulorum acutus.

Michels Diplokokkus = Diplokokkus des infektiösen Follikularkatarrhs.

Mikuliczsche Krankheit = doppelseitige infektiöse Schwellung der Glandula parotis, submaxillaris, lacrymalis.

Mikuliczsche Zellen = Rhinoskleromzellen.

Millari-Asthma = Spasmus glottidis.

Millard-Gublersche Lähmung = alternierende Fazialis-Extremitätenlähmung.

Millerscher Bazillus = Bazillus bei Angina ulcerosa.

Millons Reagens zum Nachweis von Albumin = Rotfärbung beim Erhitzen mit salpetrigsäurehaltigem Merkurinitrat.

Miltons Urtikaria = Riesenurtikaria.

Mitscherlichs Phosphornachweis = Destillieren phosphorhaltiger Massen im dunklen Zimmer. Entstehung eines leuchtenden Ringes im Kühlrohr.

Möbiussche Krankheit = Hemicrania ophthalmica — Augenmigräne.

Möbiussches Zeichen bei Basedow = Insuffizienz der Recti interni.

Möbiusscher infantiler Kernschwund = doppelseitige angeborne Fazialis-Abduzenslähmung (angeborner Kernmangel).

Möbius-Leyden-Zimmerlins Form der progressiven Muskelatrophie = hereditäre Form.

Moellersche Krankheit = Barlowsche Krankheit.

Moellers Zungenerkrankung = Glossitis exfoliativa superficialis chronica.

Mörners Azetessigsäurenachweis im Harn = Jodazetonreaktion (Harn + Jodkalium + Eisenchloridlösung). Beim Kochen entsteht das Augen und Nase stark reizende Jodazeton.

Mohrsche Methode zur quantitativen Bestimmung der Chloride im Harn = Titration der Chloride mit Silberlösung bei Gegenwart von Kaliumchromat als Indikator.

Mohrs Probe zum Nachweis freier Salzsäure im Magen = blaue Jod-Stärkereaktion (Jodkalium + Stärke + essigsaures Eisenchlorid + Salzsäure).

Molischs Zuckerreaktionen = 1. α-Naphtolschwefelsäure-

reaktion (Violettfärbung), 2. Thymol-Schwefelsäurereaktion (karminrote Färbung).

Moores Zuckerprobe = Hellers Probe.

Morax-Axenfelds Bazillus = Konjunktivitisbazillus.

Morelsches Ohr = mißgestaltetes Ohr (große abstehende Ohren).

Morgagnis Katarakt = Milchstar mit Kern.

Moritzsche Untersuchungsmethode = Orthodiagraphie.

Mortonsche Krankheit = Metatarsalgie = Metatarso-Phalangealneuralgie.

Morvansche Krankheit = Syringomyelie.

Du Moulins Symptom bei Bleivergiftung = Schwarzfärbung der Haut beim Bestreichen mit Schwefelnatrium (Bleisulfid).

Müller-Riedersche Markzellen = mononukleäre Leukozyten mit eosinophiler Körnung (bei Knochenneubildung).

Müllers Antifebrinnachweis = Nachweis durch Paraamidophenol.

Müller, Fr., Phänomen bei Aorteninsuffizienz = rhythmisch pulsatorische Bewegung und Anschwellung des Gaumensegels, Zäpfchens, Gaumenbögen und Mandeln.

Müllers Bazillus = Trachombazillus.

Müller, Fr., Nachweis von Schwefelwasserstoff = Nachweis durch alkal. Bleizuckerreagenspapier (Schwarzfärbung).

Müllers Steatom = Lipoma fibrosum.

Müllers Krankheit = Barlowsche Krankheit.

Müllers, Johannes, Lipoma arborescens = Fettbildung in arthritischen Gelenken.

Müllers Methode zum Nachweis der Typhusbazillen im Wasser = Fällung der Bazillen durch Eisenoxydchlorid.

Münchmeyers Krankheit = Myositis ossificans progressiva.

Mulders Zuckerprobe = Indigoblauprobe. (Harn + kohlensaures Natron + Indigoblau wird bei Zucker gelb gefärbt).

Mulders Eiweißprobe = Gelbfärbung eiweißhaltiger Flüssigkeiten beim Kochen mit konz. Salpetersäure.

Mussets, Paul de, Zeichen = 1. rhythmisch pulsatorische Kopfbewegungen (bei Basedow.) II. Karotidenhüpfen bei Aorteninsuffizienz.

Mussys, Guéneaus de, Schmerzpunkt = Schmerzpunkt bei Pleuritis diaphragmatica im Schnittpunkt zweier Linien, deren eine, die vertikale, parallel dem äußern Rande des

Sternums, die andere, horizontale, die Verlängerung der 10. Rippe ist.

Naunyns Versuch = alimentäre Glykosurie nach Traumen bei Darreichung von Traubenzucker.

Negrische Körperchen = Lyssakörperchen.

Neissers Diplokokkus = Gonokokkus.

Neissers Diphtheriebazillennachweis = Methylenblau-Vesuvinfärbung.

Nerkings Glykogennachweis im Harn = Jodreaktion (Harn und Kalilauge gibt Phosphatniederschlag, zum Filtrat Jodkalium und Alkohol gibt Glykogenniederschlag).

Neßlers Reagens = Merkurijodid in Kalilauge + Kaliumjodid, dient zum Nachweis von Ammoniak und dessen Salzen; gibt mit Ammoniak gelbes bis braunes Oxydimerkuriammoniumjodid.

Neubauers Methode zum quantitativen Nachweis von Oxalsäure = Chlorkalziumzusatz und Bestimmung des Ätzkalks durch Veraschung des Kalziumoxalats.

Neubergs Lävulosenachweis im Harn = Methylphenylosazonprobe.

Neumanns Zuckernachweis = Modifikation der Fischerschen Zuckerprobe (Darstellung von Phenylglykosazonkristallen).

Neumanns Krankheit = Pemphigus vegetans.

Neussers Mischung zum Nachweis und Färbung eosinophiler Zellen im leukämischen Blut = Säurefuchsin-Orange G-Methylgrün-Alkohol-Glyzerin-Wasser.

Niclot-Achardsche Methode zum Nachweis der Exsudatmengen in den verschiedenen abgekapselten Teilen bei multilokulärer Pleuritis = Methylenblaulösungeinspritzungen.

Nicolaiers Bazillus = Tetanusbazillus.

Nißbethscher Schanker = Bubonuli.

Le Nobels Gallenfarbstoffprobe = Cholezyaninreaktion.

Nocardscher Bazillus = Typhusbazillus.

Nothnagels Typus der Akroparästhesie = Akroparästhesie infolge vasomotorischer und sensibler Neurose.

Nothnagels Syndrom = Lähmung des Okulomotorius mit Ataxia cerebellaris.

Nothnagels Symptom bei Ileus = Darmsteifung. (Man fühlt die verdickte Darmwand.)

Nothnagels Clostridien = Clostridium butyricum.

Nylanders Zuckerprobe = seignettesalzhaltige alkalische Wismutnitratlösung färbt sich mit Zucker beim Kochen braun bis schwarz.

Obermeiers Spirillen = Spirochaetae febris recurrentis.

Obermeyers Indikannachweis im Harn = Harn wird mit Bleizuckerlösung versetzt und das Filtrat mit eisenchloridhaltiger rauchender Salzsäure geschüttelt (Blaufärbung.)

O'Dwyers Verfahren = Intubationsverfahren.

Oliver Cardarellis Zeichen bei Aortenaneurysma = vertikale pulsatorische Stöße des Kehlkopfs und der Trachea.

Olivers Verfahren zur Hervorbringung des Trachealsymptoms bei Aneurysma aortae = Emporziehen des Kehlkopfes an der Cartilago cricoidea.

Onanoffs Reflex = Reflexus bulbo-cavernosus.

Oppenheims Zeichen = Unterschenkel-Zehen-Phänomen = Dorsalflexion des Fußes und der Zehen bei Summationsreizen an der Innenseite des Unterschenkels.

Oppenheims Typus der zerebralen Kinderlähmung = infantile Pseudobulbärparalyse (Sprachstörungen ohne Schluckbeschwerden).

Oppenheims Rückenphänomen = Hyperästhesie der Haut und Muskeln des Rückens bei Meningitis.

Oppenheims Freßreflex = reflektorisch rhythmische Saug- und Schluckbewegungen.

Oslersche Krankheit = Polycythämia rubra.

Pacinis Verfahren bei Scheintoten = Auf- und Rückwärtsziehen der Schulter.

Pagets Krankheit = Ekzema carcinomatosum mammae chronicum.

Pagets maladie osseuse = Ostitis deformans osteomalaciformis chronica hypertrophica.

Paracelsi crepatura = Darmhernie.

Parinaudsche Konjunktivitis = Granulationen und Vegetationen von unregelmäßiger Gestalt und rötlicher Farbe an der Conjunctiva palpebrarum, welche mit ihren gekerbten Rändern wie Hahnenkämme beim Umschlagen des Oberlids über die Basis hervorragen. Gleichzeitig sind die lymphatischen präaurikularen und Halsdrüsen derselben Seite erkrankt.

Parkinsonsche Krankheit = Paralysis agitans.

Parrotsche Paralyse = syphilitische Pseudoparalyse (Diaphysen- und Epiphysentrennung der langen Röhrenknochen.

Pavys quantitativer Zuckernachweis = Titration des Zuckers mit ammoniakhaltiger alkal. Kupferlösung.

Pavys Krankheit = intermittierende Albuminurie mit allgemeinen subjektiven Störungen auf rheumatischer Basis (zyklische Albuminurie).

Penzoldtsches Phänomen bei Tuberkulose = Erhöhung der Körperwärme fieberfreier Phthisiker nach leichten Anstrengungen.

Penzoldts Naphtalinnachweis = Nachweis durch Schwefelsäureschichtung (dunkelgrüne Färbung).

Penzoldts Azetonprobe = Orthonitrobenzaldehydprobe.

Penzoldts Zuckerprobe = dunkelrote Diazobenzolsulfosäure-Alkaliprobe.

Penzoldt-Fabers Verfahren zur Prüfung der Resorptionsfähigkeit des Magens = Jodkaliumprobe: Übergang des einverleibten Jodids in den Speichel, Jodreaktion des Speichels.

Petitscher Bazillus = Diplobazillus.

Petitsches Dreieck = Darmbeindreieck.

Petitsche Hernie = Hernie im Darmbeindreieck.

Pettenkofers Reaktion = Nachweis von Gallensäuren durch Rohrzucker und konz. Schwefelsäure (rot-violette Färbung) = Furfurolreaktion.

Pfeifers Bazillus = Influenzabazillus.

Pfeifers Phänomen = spez. Immunitätsreaktion (bakterizide Stoffe).

Pfuhlsches Zeichen = Manometerprobe bei subphrenischen Abszessen. (Verbindet man ein Manometer mit einer in einen subphrenischen Abszeß eingestochenen Hohlnadel, so sinkt der Druck im Manometer bei Exspiration und steigt bei Inspiration; bei Eiteransammlung oberhalb des Zwerchfells ist es umgekehrt.)

Piccards Methode zum Harnstoffnachweis = Fällung durch Quecksilbernitrat.

Picks Symptomenkomplex = perikarditische Pseudoleberzirrhose (Aszites.)

Piedra, mal de = Syphilis.

Pins' Zeichen bei Perikarditis = Verschwinden der pseudopleuritischen und pseudopneumonischen Erscheinungen sowie der Atemnot bei vorwärts geneigter Stellung.

Piorkowskys Verfahren zum Nachweis der Typhusbazillen = Züchtung auf Harngelatine.

Pirias Reaktion = Tyrosinsulfosäurenachweis durch Kalzium oder Baryumkarbonat und Eisenchlorid (Violettfärbung).

Pirogoffs Ödem = malignes Ödem.

Pitres Zeichen bei Pleuritis = Fadenspannprobe. (Spannt man einen Faden von der Mitte des oberen Sternalrandes zur Symphyse, dann fällt bei einem gesunden Menschen diese Linie mit der Achse des Sternums zusammen, bei Pleuritis bildet sie einen spitzen Winkel.)

Plauti angina = Angina ulcero-membranosa (Plaut-Bernheim-Vincent).

Pleschs Fingerhaltung bei Perkussion = Perkussion auf die I. oder II. Phalange bei rechtwinklig flektiertem Finger.

Plinii mentagra = Lichen Graecorum.

Plugges Reaktion zum Nachweis der Hydroparakumarsäure (Tyrosin) = Rotfärbung durch Millons Reagens (siehe dieses).

Porters Zeichen = Oliver Cardarellis Zeichen.

Potains bruit de galop = typischer Galopprhythmus des Herzens bei Nierenkrankheiten. (Verdoppelung des systolischen Herzschlags — 2 kurz, 1 lang.)

Pottscher Buckel = spitzwinklige Kyphose.

Pottsche Krankheit = tuberkulöse Wirbelentzündung.

Poyntons und Pains Diplokokkus = Diplokokkus bei akutem Gelenkrheumatismus.

Preyersche Ermüdungsstoffe = Phosphorsäure und Milchsäure, welche sich im Körper bilden.

Profetas Gesetz = Immunität gesunder Kinder bei Syphilis der Eltern.

Queirolos Methode zur Bestimmung der Magengrenzen = Lufteinblasen durch eine mit einer Blase geschlossene Magensonde.

Quinckes Krankheit = akutes angioneurotisches Ödem.

Quinckes Pulsphänomen = Kapillarpuls bei Aorteninsuffizienz.

Quinckes Lumbalpunktion = Methode zur Untersuchung des Liquor cerebro-spinalis.

Quinquauds Symptom bei Alkoholismus = Tremor alcoholicus mit unfreiwilligen Fingerbewegungen.

Ranziers Krankheit = blaues Ödem Hysterischer.

Rasmussens Aneurysmen = tuberkulöse Lungenaneurysmen. (Dicht bei Kavernen.)

Rathonisi distomum = ein dem Distomum hepaticum verwandter Wurm, nur größer.

Raymondsche Krankheit = Endarteriitis neurotica.

Raynaudsche Krankheit = lokale symmetrische Gangrän der Zehen und Finger.

Recklinghausensche Krankheit = 1. Neurofibromatosis generalis. 2. Pachyakrie.

Reclussche Krankheit = 1. Gutartige Zystenbildung in den weiblichen Brustdrüsen. 2. Holzphegmone am Hals.

Reibmayrs transformierte Tuberkulose = anstatt der ererbten spezifischen Disposition für Tuberkulose können Diabetes, Arthritis, Herzleiden, Krebs etc. auftreten.

Reichmanns Krankheit = Gastrosuccorrhoe = kontinuierlicher Magensaftfluß.

Remaks Oberarmtypus bei Poliomyelitis anterior = Lähmung des Plexus brachialis.

Renautsche Körperchen = endoneuritische Wucherungen an peripheren Nerven.

Rendu, tremor hystericus type de = remittierendes intendiertes Zittern.

Rheochs Reaktion zur Prüfung des Magensafts = Farbenreaktion anorganischer Säuren, Rotfärbung durch zitronsaures Eisenoxyd + Rhodanammonium.

Reuters Resorzinnachweis = Rotfärbung durch Kalilauge + Chloroform.

Reynoldsche Azetonprobe = Schwefelquecksilberprobe (Schwarzfärbung) (Azeton + Sublimat + Kalilauge + Schwefelamonium).

Ripperts Typus bei Lungentuberkulose = die primären Herde sind die Hilusdrüsen, von hier aus infizieren die Bazillen direkt oder hämatogen die Lunge.

Richters Theorie der Hernieneinklemmung = Einklemmung durch Bruchpforte.

Riedersche Lähmung = Steinträgerlähmung.

Rieglers Azetessigsäurereaktion = Schwefelsäure-Jodsäurereaktion (Rosafärbung).

Rieglers Zuckerbestimmung = Nachweis des Zuckers durch Kaliumpermanganat.

Rigasche Krankheit = Aphthae sublinguales malignae.

Riggsche Krankheit = chron. Zahnfleischeiterung. (Pyorrhoea alveolaris chronica.)

Ringeri distoma = Distoma pulmonale.

Rinmanns Zuckerprobe = grüne Kobaltnitratprobe.

Rinnes Versuch = Gehörleitungsprüfung vermittelst der Stimmgabel (Luftleitung).

Ritter-Vallisches Gesetz = bei Leitungsunterbrechung zwischen Nerv und Zentrum tritt im Nerv vor dem völligen Erlöschen zuerst eine erhöhte periphere Erregbarkeit auf.

Ritters Diplokokkus = Erreger des Pertussis.

Roberts-Stolnikow-Brandenburgs Verfahren zum quantitativen Eiweißnachweis = chronometrische Bestimmung (Bestimmung der Zeitdauer bis zum Eintritt des Eiweißringes bei Salpetersäureschichtung).

Rogersche Krankheit = Zirkulationsstörungen durch Communicatio interventricularis congenita (angeborner Septumdefekt des Herzens).

Roger, souffle de = Geräusch bei Rogers Krankheit.

Romanowskys Färbungsmethode bei Gewebsschnittfärbung durch Methylenblau-Eosin.

Romberg-Brachsches Zeichen = Schwanken bei geschlossenen Augen (bei Tabes).

Romberg-Howshipsches Symptom = Schenkelschmerz bei Hernia incarcerata congenita.

Roses Blutprobe = Hämatinprobe. (Trocknes Blut + Ätzkalilösung gibt beim Kochen Hämatin, welches in dünnen Schichten grün, in dicken rot ist.)

Roses Tetanus = Kopftetanus.

Rosenbachs Indolreaktion = burgunderrote Salpetersäurereaktion (Indigorotreaktion).

Rosenbachs Gallenfarbstoffnachweis = Filterprobe (das Filter des gallenfarbstoffhaltigen filtrierten Harns wird mit rauchender Salpetersäure betupft; es entstehen farbige Ringe,

von denen der smaragdgrüne charakteristisch ist für Gallenfarbstoffe).

Rosenbachs Gesetz = bei Affektionen der Nervenstämme der Zentralorgane werden die Beuger später gelähmt als die Strecker.

Rosenbachs Zeichen = Lidflattern bei Lidschlußversuch Neurasthenischer (Unfähigkeit, auf Kommando die Augen zu schließen).

Rosenbachs Krankheit = Auftreibung der Endphalangen der Finger (Heberdensche Knötchen).

Rosenbachs Reflex = Bauchdeckenreflex.

Rosenbachs digestive Reflexneurose = reflektorische Vagusreizung durch die Magenäste.

Rosenbachs Kettenkokkus = Erisypelkokkus.

Rosenbachs Emotionsdyspepsie = nervöse Dyspepsie.

Rossbachs Krankheit = periodische Gastroxynsis = anfallsweise auftretende Hyperazidität des Magensafts.

Rossolinos Reflex = Analreflex bei Tabes.

Rothsche Krankheit = Retinitis septica.

Rothsche Flecken = lymphatische Netzhautflecken bei Endokarditis, Leukämie, Diabetes, perniz. Anämie etc.

Rougnon-Heberdensche Krankheit = Angina pectoris.

Roussinsche Kristalle = rubinrote Nikotinkristalle.

Rubners Zuckerprobe = Bleiazetatreaktion (Harn + essigsaures Blei + Ammoniak gibt Niederschlag, welcher beim Erwärmen rosafarbig wird (Bildung von Zuckerblei).

Rubners Nachweis von Kohlenoxyd im Blut = Bleiessigprobe. (Normales Blut wird chokoladefarbig, kohlenoxydhaltiges rot.)

Rummos Krankheit = Kardioptose.

Rumpfs Symptom bei Hysterie und traumatische Neurose = traumatische Reaktion des Muskulatur. (Der kranke Muskel geht nach Faradisierung nicht in die Ruhelage zurück, sondern läßt noch längere Zeit nachher fibrilläre und klonische Zuckungen der Muskelbündel erkennen.)

Rustsches Übel = Malum vertebrale suboccipitale = Steifigkeit des Kopfes bei Epistropheusaffektion

Sachssche Krankheit = Kinderlähmung mit Idiotie und Amaurose (Optikusatrophie).

Sadismus = aktive Algolagnie (aktive Grausamkeit mit Wollustgefühl).

Saemischs Granulationen = Follikel auf der Conjunctiva tarsi (bei Follikularblennorrhoe)

Saemischs Geschwür = Ulcus corneae rodens.

Sahlische Methode zur Untersuchung des Magenchemismus = Desmoidreaktion (Desmoidbeutel).

Salkowski-Ludwigs Verfahren zur Harnsäurebestimmung = Ausfällung der Harnsäure als schwerlösliches Silber-Magnesiumurat und Darstellung der reinen Säure aus diesem Niederschlag.

Salkowskis Peptonnachweis im Harn = Phosphorwolframsäureprobe.

Salkowskis Hämatoporphyrinnachweis im Harn = Fällung durch Chlorbaryumlösung; Niederschlag mit Alkohol und Salzsäure verrieben; bei der spektroskopischen Untersuchung findet man zwei Absorptionsstreifen zwischen C und D und D und E.

Salkowskis Indikannachweis im Harn = kolorimetrische Indigoblaubestimmung.

Salkowskis Pentosennachweis = Orzinprobe.

Sattlers Diplokokkus = Diplokokkus des infektiösen Follikularkatarrhs.

Schäferscher antagonistischer Reflex = Extension der Zehen bei Querdruck auf die Achillessehne.

Schäffers Nitritreaktion im Harn = Essigsäure-Ferrocyankaliumreaktion (Gelbfärbung).

Schaudinn-Hoffmanns Spirochäten = Spirochaete pallida syphilitica.

Scherers Inositprobe im Harn = rosarote Salpetersäure-Ammoniak-Chlorkalziumreaktion.

Scherers Leuzinprobe = Auf dem Platinblech mit wenig Salpetersäure verdampfen und Rückstand mit einigen Tropfen Natronlauge versetzen und erwärmen: Gelb- bis Braunfärbung und Bildung öliger Tropfen.

Scherers quantitative Bestimmung der Albuminstoffe im Harn = Wägung des durch Kochen unter Zusatz von Essigsäure erhaltenen Koagulums.

Schiefferdeckers Bezirk der traumatischen Degeneration =

bei Herderkrankungen des Rückenmarks sind oberhalb des Herds die Hinterstränge degeneriert.

Schlesingers Symptomentrias bei Syringomyelie des Halsmarks = 1. progressive Muskelatrophie, 2. ausgebreitete partielle Anästhesien, 3. trophische und vasomotorische Störungen der Haut und tieferen Partien.

A. Schmidts Urobilinnachweis in den Fäces = rote Sublimatprobe.

Schmorlsche Furche = Lungenspitzenfurche (mangelhafte Entwickelung der I. Rippe) = emphysematöse Rippenfurche.

Schoenleins Blutprobe = Alménsche Blutprobe.

Schoenleins Krankheit = Peliosis rheumatica = Purpura rheumatica.

Schoenleins Trias bei Purpura = 1. Exanthem, 2. rheumatische Erscheinungen, 3. gastrointestinale Störungen.

Schottmüllersche Krankheit = Paratyphus B.

Schottins Belag = Harnstoffbelag der Haut bei Urämie.

Schröders Dinitrobenzolnachweis = Bismarckbraunreaktion.

Schüders Verfahren zum Nachweis von Typhusbazillen im Wasser = Sedimentierungsverfahren.

Schüllers Parasit = angeblicher Krebsparasit.

Schüllers Bazillus bei Arthritis rheumatica = Spaltpitz.

Schüllers Verfahren zur künstlichen Atmung = rhythmisches Heben und Senken des Brustkorbes.

Schütz' Milchsäurenachweis = Bestimmung der Säure als Zinklaktat.

Schütz' Bazillus = Rotzbazillus.

Schultzes Akroparästhesie = sensible Neurosen der Fingerenden.

Seiffertsche Fäden = Nomafäden.

Seliwanoffs Reaktion = Lävulosenachweis durch Resorzin und Salzsäure.

Shelleysches Zeichen bei Grippe = sagoartige Eruptionen an Gaumen und Lippen.

Shiga-Krusesche Krankheit = Colitis bacillosa (mandschurica).

Shiga-Kruses Bakterium = Dysenteriebazillus.

Sjöqvists Methode zur Bestimmung der freien Salzsäure im Magen = Behandlung des Magensafts mit Baryumkarbonat; organische Säuren geben beim Veraschen kohlensauren Baryt, Salzsäure dagegen Baryumchlorid.

Skodas Perkussionsschall bei Mediastinaltumoren und mäßigen pleuritischen Ergüssen = tief tympanitischer Schall unterhalb der Klavikula. (I. und II. Interk. Raum.)

Snellens Proben = Sehprüfungsbuchstaben.

Spenglers Bazillus = Pertussisbazillus.

Spieglers Reagens zum Eiweißnachweis = Sublimat-Weinsäurereagens.

Sprengels Deformität = angeborne Verschiebung des Schulterblattes nach oben.

Stas-Ottos Verfahren zum Nachweis der Gifte (Alkaloide) = Isolierungsverfahren. (Extraktion durch sauren Alkohol.)

Stellwags Herpes corneae = Keratitis phlyctaenulosa.

Stellwags Zeichen bei Basedow = abnorme Lidweite mit Lidschlagverlangsamung.

Stickersche Krankheit = Erythema infectiosum. (Masernähnliches Exanthem.)

Stillers Symptom bei Magenatonie = fluktuierende X. Rippe.

Störksche Blennorrhoe = chron. Blennorrhoe der obern Luftwege, verursacht durch Bacillus mucosus.

Störkscher Schleimhautriß bei Laryngitis chronica = Rhagaden bei Pachydermie der Interarytänoidgegend.

Stokes-Adamsche Krankheit siehe Adam-Stokes Krankheit.

Stokes, bande de = Hämoglobinspektrum (ein breiter Streifen zwischen D und E).

Strümpells Phänomen bei spastischen Lähmungszuständen = Tibialisphänomen.

Strümpellscher Reflex = Unterschenkelreflex. (Streichung des Bauches oder Oberschenkels macht Beugung des Unterschenkels und Adduktion des Fußes.)

Strümpells Zehenphänomen = Dorsalflexion der großen Zehe.

Strümpell-Mariesche Krankheit = chronische ankylosierende Entzündung der Wirbelsäule mit Beteiligung von Hüft- und Schultergelenk.

Strümpellsche Form der zerebralen Kinderlähmung = Encephalitis acuta infectiosa der motorischen Hirnregion.

Strümpellsche Krankheit = hereditäre spastische Spinalparalyse adultorum.

Strümpell-Leichtensternsche Form der Encephalitis = akute hämorrhagische Encephalitis.

Struves Blutprobe = Tanninprobe. Ammoniak + Tanninlösung + Essigsäure gibt Niederschlag von Hämatinum tannicum. Mit Essig Häminkristalle.

Stützsche Eiweißreagenskapseln = Quecksilber-Natriumchloridkapseln.

Stukowenkows Methode der quantitativen Quecksilberbestimmung = Bestimmung des Eiweißquecksilbers.

Sydenhamsche Chorea = Chorea minor.

Sydenhams Hämaturie = Hämorrhagie infolge großer Nierensteine.

Sydenhams Morbilli = Röteln.

Talamon-Fränkels Kokkus = Pneumokokkus.

Tallquists Hämoglobinbestimmung = Hämoglobinbestimmung durch Farbenvergleichung.

Tardieus Ekchymosen = Bayards Ekchymosen.

Tay-Sachssche Krankheit = familiäre amaurotische Idiotie.

Teichmanns Blutprobe = Bildung von Häminkristallen durch Eisessig und Kochsalz.

Theodors Symptom bei Rubeola = Cervikal- und Halsdrüsenschwellung.

Thirolaixscher Bazillus = Rheumatismusbazillus (= Achalme).

Thomayers Reibegeräusch = Gefäßgeräusch (während des Inspiriums hörbar, am obern Teil des Sternums lokalisiert).

Thomsensche Krankheit = Myotonia congenita.

Thormählensche Farbstoffreaktion zum Nachweis von Melanogen im Harn = Melanogen gibt bei Ausführung der Legalschen Azetonprobe Blaufärbung.

Tornwaldtsche Krankheit = Bursitis pharyngea.

Toisons Gemisch zur Zählung der roten Blutkörperchen = Wasser-Glyzerin-Natriumsulfat-Chlornatrium-Methylviolett.

Toothsche Muskelatrophie = progressive neurotische Muskelatrophie (Peronealtypus).

Torres-Homems Zeichen = Gelbfärbung der Zunge bei biliöser Malaria.

Traubesches Herz = Hypertrophie des linken Ventrikels bei Nierenatrophie.

Traubescher Doppelton = Doppelton an der Kruralis bei Aorteninsuffizienz.

Treitzsche Hernie = Hernia duodeno-jejunalis.

Trommersche Probe = Reduktion alkalischer Kupferoxydlösung zu Kupferoxydul (Gelbfärbung, gelber oder roter Niederschlag).

Trousseaus Phänomen = Linea meningitica (abnorme Hyperämie der Haut bei leichten Reizen).

Trousseaus Form der Epilepsie = apoplektiforme Epilepsie.

Trousseaus Adenie = Pseudoleukämie.

Trousseaus Phänomen bei Tetanie = Nervendruckphänomen (Druck auf die Nervenstämme bringt einen Anfall hervor).

Trousseaus Flecken = fleckige meningitische Erytheme.

Türcks Trachom = Laryngitis sicca.

Uffelmanns Milchsäurenachweis im Magensaft = Karbolsäure-Eisenchloridreaktion (das blaue Reagens wird gelb).

Uffelmanns Probe zum Nachweis freier Säure im Mageninhalt (Salzsäure) = Nachweis durch Weinfarbstoffreagenspapier (Heidelbeerenextrakt); graublau wird rosa.

Ultzmanns Gallenfarbstoffnachweis = smaragdgrüne Kalilauge-Salzsäurereaktion.

Unverrichts Myoklonie = familiäre arhytmische choreiforme Myoklonie.

Valleixsche Punkte = hysterische Schmerzpunkte.

Valsalvas Versuch = nach tiefer Inspiration Anspannung der exspiratorisch wirkenden Muskeln (Bauchpresse) bei geschlossener Glottis.

Valsalva, positiver = gleichzeitige Ausführung von Schlingakt und kräftiger Exspirationsbewegung bei Verschluß von Mund und Nase.

Valsalva, negativer = gleichzeitige Ausführung von Schlingakt und kräftiger Inspirationsbewegung bei Verschluß von Mund und Nase.

Vierordts Verfahren zur Bestimmung der Gerinnungsdauer des Blutes = Kapillarröhrchen mit Pferdehaar in der Mitte.

Vigouroux-Charcots Zeichen bei Basedow = Herabsetzung des galvanischen Leitungswiderstandes der Haut.

Vincenti angina = Angina ulcero-membranacea.

Vincents Bazillus = Bazillus des Hospitalbrandes.

Vitalis Chloroformnachweis = Thymolreaktion (Dunkelviolettfärbung durch alkoholische Thymollösung + Kalilauge).

Vitalis Atropinreaktion = violette Salpetersäurereaktion (Ein-

dampfen und zum Rückstand rauchende Salpetersäure + alkoholische Kalilauge zufügen).

Volkmanns Erkrankung = Arthritis deformans monarticularis.

Volhards Methode der Chlorbestimmung = Titration mit Silberlösung unter Anwendung von Sulfocyanammonium als Indikator.

Vortmanns Probe zum Nachweis von Blausäure = Nitroprussidprobe.

Vosssches Zeichen bei Sinusthrombose = Fehlen des durch Stethoskopdruck erzeugten Jugulargeräusches auf der kranken Seite.

Vulpians Typus scapulo-humeralis = progressive spinale Muskelatrophie mit Beginn in der Schultermuskulatur.

Wahlsches Symptom = umschriebene Auftreibung einer abgeklemmten Darmschlinge bei Ileus.

Wallersche Degeneration = allgemeine totale periphere Degeneration durchschnittener Nerven.

Wattevillesches Unterkieferphänomen bei amyotrophischer Lateralsklerose = Masseterenreflex. (Masseterenklonus.)

Webers Probe zum Nachweis von Blut im Stuhl = Guajakprobe.

Weber-Gublers Symptomenkomplex = Hemiplegia alternans superior (Okulomotoriuslähmung und Lähmung der entgegengesetzten Extremität).

Webers Empfindungskreise = Hautbezirke, in denen mehrfache gleichzeitige Berührungen einfache Tastempfindungen erzeugen.

Weberscher Versuch = Gehörleitungsprüfung durch die Stimmgabel (Knochenleitung).

Webers Indikanprobe = Salzsäurekochprobe. Beim Kochen mit Salzsäure + Salpetersäure entsteht Dunkelfärbung, beim Ausschütteln mit Äther blauer Schaum.

Wedls Farblösung = Orseillelösung.

Wegnersche Krankheit = osteochondritische Epiphysenlösung bei luetischen Neugebornen.

Weichselbaums Diplokokkus = Diplokokkus Pneumoniae.

Weichselbaums Meningokokkus = Meningococcus intracellularis meningitidis.

Weigert-Ehrlichsche Lösung = Anilinwasser-Gentianaviolettlösung resp. Methylviolettlösung.

Weigert-Hanaus Typus der Lungentuberkulose = primäre Infektion der Hilusdrüsen, von wo aus sekundär Lungen und Bronchien infiziert werden.

Weilsche Krankheit = Icterus febrilis infectiosus benignus.

Weir-Mitschellsche Krankheit = Erythromelalgie.

Weisssches Zeichen = Fazialisphänomen.

Weissmanns Myoryktes = Rundwurm, in den Muskeln vorkommend.

Welchscher Bazillus = Bazillus aërogenes capsulatus bei chronischem malignem Ödem.

Welzels Kohlenoxydnachweis = Ferrocyankalium-Essigsäure-Tanninreaktion (hellrote Färbung).

Werdnig-Hoffmann Typus der Muskelatrophie = hereditäre infantile Form der progressiven Muskelatrophie.

Werlhoffsche Krankheit = Blutfleckenkrankheit.

Wernickes Aphasie = sensorische Aphasie.

Wernickes Gefühlsstörung = Tastlähmung.

Wernickes Form der Enzephalitis = Poliencephalitis acuta haemorrhagica superior.

Wernicke-Manns Lähmungstypus = Unvollständige Hemiplegie der Extremitäten. Lähmung mit Prädilektion gewisser Muskeln (Verkürzer des Beins, Beuger der Hüfte und des Knies, der Handöffner und -auswärtsrotierer).

Westermanns Distoma = Distoma pulmonale.

Westphals Phänomen = Aufhebung des Patellarsehnenreflexes. (Fehlen des Kniephänomens.)

Westphal-Pilzsches Pupillenphänomen = paradoxes Pupillenphänomen (Verengerung bei Lidschluß).

Westphals paradoxe Kontraktion = Kontraktion des Tibialis anticus bei Dorsalflexion des Fußes.

Westphal-Strümpellsche Neurose = Pseudosklerose.

Weyls Kreatininnachweis im Harn = Nitroprussidnatrium-Kalilaugeprobe (Rotfärbung).

Widalsche Reaktion = Serumagglutinationsreaktion.

Wildermuths Ohr = vorspringender Anthelix (Degenerationszeichen).

Willescher Trigeminushusten = Reflexhusten bei Erkrankungen der Rachen- und Nasenschleimhaut.

Williams Symptom bei Lungenspitzentuberkulose = Zwerch-

fellphänomen (Zurückbleiben der Zwerchfellkuppe auf der erkrankten Seite bei tiefer Inspiration).

Williamscher Trachealton = gedämpft tympanitischer Schall, welcher beim Öffnen des Mundes höher wird (bei großen pleuritischen Exsudaten).

Williamsonsche Reaktion (Glykosurienachweis) = Entfärbung von Methylenblau durch zuckerhaltiges Blut.

Winckels Krankheit = Cyanosis icterica perniciosa cum haemoglobinuria neonatorum.

Winogradoffs Distoma = Distoma sibiricum.

Wintrichscher Schallwechsel = Perkussionsschallwechsel beim Öffnen und Schließen des Mundes.

Wintrichs maulvolle Expektorationen = morgendliche Massenexpektoration bei Bronchiektasie.

Wirsings Urobilinnachweis = Chlorzinkprobe.

Woerners Methode der Harnsäurebestimmung = Ausfällung als Ammoniumurat.

Woillezsche Krankheit = akute idiopathische Lungenhyperämie.

Woillezs Flüsterstimme = Hauchstimme bei Kompression der Bronchien. (Nach jedem gesprochenen Wort folgt leichtes Blasen.)

Worm-Müllers Probe = Gärungsprobe auf Traubenzucker. Bestimmung der Dichte des Harns vor und nach Vergärung. Aus der Differenz der beiden Zahlen wird der Prozentgehalt von Zucker bestimmt.

d'Yersins Bazillen = Pestbazillen.

Yvons Nachweis von Antifibrin im Harn = grüne Merkuronitratprobe.

Zagels Apostem = Condylomata.

Zellers Melaninnachweis = Bromwasserprobe (gelber Niederschlag).

Zenkers Degeneration = wachsartige Degeneration der Muskeln.

Zenkers Pulsionsdivertikel = pharyngo-ösophageale Pulsionsdivertikel.

Zenkers Fixierungsflüssigkeit = Kaliumbichromat-Natriumsulfat-Sublimat-Eisessiglösung.

Ziehl-Neelsens Lösung = Karbolfuchsinlösung.

Zimmerlins Typus der hereditären Pseudohypertrophie =

Dystrophia musculorum progressiva hereditaria mit Hauptbeteiligung der untern Extremitäten.

Am Schlusse dieser Arbeit möchte ich nicht unterlassen, noch einige epikritische Bemerkungen anzufügen. Wie bereits in der Vorrede hervorgehoben, kann das von mir zusammengestellte Verzeichnis bei der Fülle des Materials auf Vollständigkeit keinen Anspruch erheben. Auch bitte ich um Nachsicht für etwaige Fehler und Lücken in den einzelnen Angaben und kurzen Erläuterungen und in den vorgeschlagenen neuen Bezeichnungen. Beim besten Willen war es mir sehr oft nicht möglich, die Bedeutung einzelner Namen nachzuprüfen und zu kontrollieren. Auch bin ich mir wohl bewußt, daß ich nicht immer den prägnantesten Ausdruck getroffen habe. Für bessere Vorschläge wäre ich im Interesse der Sache sehr dankbar. — Wenn es mir gelungen sein sollte, weitere Kreise für die Nomenklaturfrage zu interessiren und gleiche Arbeiten auf anderen Gebieten der Medizin anzuregen, so wäre mein Zweck erreicht. Jeder, der sich mit der neueren medizinischen Literatur und Publizistik einigermaßen beschäftigt, wird den schon zu einer hemmenden und störenden Unsitte ausgearteten unzweckmäßigen Modus der Benennung nach Eigennamen als einen Übelstand empfunden haben, und ich bin fest überzeugt, daß nicht allein der praktische Arzt, der sich beim Lesen seiner Fachblätter an unbekannten und nichtssagenden Eigennamen stößt, sondern auch Lehrer und Lernende im akademischen Unterricht eine strenge Einschränkung jener Gepflogenheit als einen willkommenen Fortschritt begrüßen werden. Nicht um eine radikale Ausmerzung der Benennungen nach Eigennamen handelt es sich, wie ich nochmals betonen möchte, sondern um ihre Beseitigung oder Vermeidung in allen den Fällen, wo eine zutreffende, auf die zu benennende Sache hinleitende Bezeichnung gefunden werden kann.

Herrn Professor Dr. Penzoldt gestatte ich mir für die Anregung zu vorliegender Arbeit wie auch für die gütige Überlassung eines großen Teils der benützten Literatur meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Aus Erlangens chemischer Vergangenheit.

Von Ferdinand Henrich.

Vortrag, gehalten beim 3. Stiftungsfest der Erlanger chemischen Gesellschaft am 23. Februar 1906.

M. H. Die Chemie gleicht in ihrem jetzigen Zustand einer Riesenstadt, die in mächtiger Weiterentwicklung begriffen ist. Um auch nur die wichtigsten Stadtteile kennen zu lernen, bedarf es jahrelangen Studiums, und um die Weiterentwicklung von der Peripherie aus zu verfolgen, der fleißigen Lektüre unserer neueren chemischen Literatur. Ersteres wird Ihnen in den Haupt- und Spezialkollegien, letzteres im Kolloquium über neuere chemische Literatur vermittelt. In den bisherigen Sitzungen unserer Gesellschaft wurde Ihnen vorzugsweise gezeigt, an welchen Stellen wir jetzigen Erlanger Chemiker weiterbauen. Wir wiesen Sie auf entstandene und entstehende neue Häuserkomplexe hin, zeigten Ihnen an der Hand von Plänen, wie wir glauben, daß sich unser Arbeitsgebiet gestalten wird, oder wie wir, wenn Terrain und Baumaterial nicht parieren wollen, gezwungen sind unsere Fassaden und Fluchtlinien anders zu gestalten, als wir es ursprünglich vorhatten.

Indem so Ihre Blicke auf Gegenwart und Zukunft gerichtet sind, verlieren Sie die Vergangenheit ganz aus dem Auge und haben kaum Gelegenheit, die Anfänge der gewaltigen Stadt, die Wurzeln unserer Kraft, kennen zu lernen. Darum will ich Sie heute zu beschaulicher Betrachtung in Stadtteile führen, in denen vor anderthalb Jahrhunderten reiches Leben pulsierte, und Sie, an Grabmonumenten und Gebäuden vorbei, die längst ihrer erhabenen Bestimmung entzogen sind, in die engen und winkeligen Gäßchen führen, wo unsere Vorgänger hausten. —

Die Universität Erlangen verdankt ihre Entstehung der Markgräfin Friederike Sophie Wilhelmine von Bayreuth[1]). Ohne sie wäre ihr Gemahl nie auf den Gedanken gekommen, in seinem Lande eine Hochschule zu errichten. Wilhelmine war die ältere Schwester Friedrichs des Großen und Zeit ihres Lebens sein Liebling. Früh haben schwere Schicksale und gemeinsame geistige Interessen beide Geschwister eng aneinander gekettet. Das Schicksal des Kronprinzen nach seiner vereitelten Flucht ist bekannt, Wilhelmine, die dabei auch kompromittiert war, wurde so grausam von ihrem Vater gezüchtigt, daß sie noch drei Wochen später an Leib und Seele gebrochen zu Bette lag. Wie ihr Bruder mußte auch sie ihre Hand gegen ihre Neigung verschenken. Ursprünglich zur Gemahlin des englischen Thronfolgers bestimmt, ward sie, als dieses Projekt scheiterte, im Jahre 1731 gezwungen, jenen Erbprinzen von Bayreuth zu heiraten, der als Markgraf Friedrich 1735 seinem Vater in der Regierung folgte.

Nachdem man heute weiß, daß der Gedanke an die Gründung einer Universität nicht von Markgraf Friedrich ausging, daß er dieser Angelegenheit anfangs höchst indifferent gegenüberstand, und daß es der ganzen Energie von Wilhelminens Leibarzt Daniel von Superville bedurfte, um den Widerstand des Bayreuther Konsistoriums zu überwinden, bleibt von dauernden Verdiensten dieses Fürsten kaum etwas übrig. Wilhelmine ist schon längst durch ihre Memoiren berühmt geworden.

Als junge Frau kam sie an einen Hof, dessen Gespräche sich vorzugsweise um Jagd, Landwirtschaft und Skandalgeschichten drehten, wo übermäßiges Trinken nicht das geringste Laster war. Sie hat es fertig gebracht, diese brutalen Gepflogenheiten zu verbannen und Interesse für Kunst und Wissenschaften zu erwecken. Die künstlerische Umgestaltung der Eremitage in Bayreuth, die Anlage eines prächtigen Parkes in

---

[1]) Der allgemeine historische Teil ist bearbeitet nach: **Richard Fester**, Die Bayreuther Schwester Friedrichs des Großen. Berlin, Paetel. 1902; ferner nach des gleichen Verfassers Beiträgen zur Geschichte der Universität Erlangen in der Festschrift für S. Königl. Hoheit den Prinzregenten Luitpold von Bayern, dargebracht von der Universität Erlangen. Philosophische Fakultät I. Sektion, S. 183 ff. 1901. — S. auch **Engelhardt**, Die Universität Erlangen 1743—1843. Erlangen 1843.

französischem Stil und vieles andere, dem man in Bayreuth auf Schritt und Tritt begegnet, ist durch ihre Anregung entstanden, freilich unter starker Inanspruchnahme der Landesfinanzen.

Schon wenige Jahre nach ihrer Verheiratung wandte der Markgraf seine Neigung einer Hofdame Wilhelminens zu und vernachlässigte seine Frau mehr und mehr.

Da suchte die Verlassene in den Büchern Trost und half sich lesend und schriftstellernd über die Untreue ihres Mannes hinweg. Mit Leidenschaft sammelte und studierte sie Bücher und brachte es zu so universeller Belesenheit, daß Friedrich der Große ihr nachrühmt, man könne sich über die heterogensten Dinge mit ihr unterhalten, über Frisuren, Krieg, Politik. Von den größten philosophischen Spitzfindigkeiten bis zu den frivolsten Romanen sei ihr nichts fremd. Auch ein Erlanger Professor aus jener Zeit, der Theologe Huth berichtet uns, daß man nicht leicht „ein Systema eines Philosophen von Meriten“ finden könnte, das die Frau Markgräfin nicht kenne[1]).

Mit chemischen Problemen hat sie sich kaum beschäftigt. Von den Werken, die sich in ihrer Bibliothek fanden (vgl. R. Fester. Festschrift S. 197), dürften die von Réaumur und Buffon nur in untergeordnetem Maße chemische Ausführungen enthalten haben. Ihr Gemahl freilich scheint zuweilen der praktischen Chemie dilettantisches Interesse entgegengebracht zu haben, denn Delius[2]) berichtet uns in einer akademischen Gedenkrede, daß Markgraf Friedrich im Zusammenhang mit seiner Liebe zur Malerei „auch der Chymie Stunden geweyhet“ hat. „Die Chymie macht und verändert die prächtigsten Farben. Und in dieser Zubereitung hat auch der Fürst ein Vergnügen gefunden. Er hat sich bey stärkerem Feuer aufgehalten, welches bey den Schmelz- und Emaille Mahlereyen sowohl, als bei der Zusammensetzung durch die Kunst gemachter Edelsteine, und sogenannter Flüsse, nötig war.“

Wie ihr Bruder war Wilhelmine ein Kind der Aufklärung und hielt große Stücke auf Voltaire, dessen persönlichen Umgang sie mehrmals genoß. So war es selbstverständlich, daß

---

[1]) A. Strümpell, Die Anfänge der Universität Erlangen. Erlangen 1898, S. 9.

[2]) Fränkische Sammlungen Bd. 4, S. 208 u. 209. 1759.

das geistige Fundament unserer Hochschule auf Säkularisation der Wissenschaft und auf Toleranz errichtet wurde. Das wollte schon etwas bedeuten in einem Lande, wo es noch 1756 nötig war, die Naturwissenschaft gegen den Vorwurf zu verteidigen, daß sie unnütz sei[1]).

Im Jahre 1742 wurde zunächst an das Bayreuther Gymnasium eine Akademie angegliedert. Aber Reibereien zwischen Hofleuten und Studenten sowie finanzielle Fragen veranlaßten die Verlegung an einen anderen Ort.

Daß die Wahl auf Erlangen fiel, hatte wohl besonders darin seine Ursache, daß sich hier die von dem Freiherrn Christian Adam Gros von Trockau 1699 gegründete Ritterakademie befand, deren Gebäude und nicht unbeträchtliche Einkünfte sich für eine Universität verwenden ließen. Am 13. April 1743 wurde die Verlegung der Akademie von Bayreuth nach Erlangen und bald darauf die Umwandlung in eine Universität beschlossen. Den Gepflogenheiten des damaligen Hofes entsprechend fand die Einweihung der neuen Hochschule unter Entfaltung großen Pompes am 4. November 1743 statt[2]). Am 5. November wurden die Promotionen vorgenommen, ein 3. Festtag aber wurde zu Ehren der Markgräfin Wilhelmine angereiht. Außer der bei solchen Gelegenheiten üblichen Dichterkrönung erbat sich Wilhelmine noch eine besondere Gunst. Sie wollte die Professoren gerne einmal disputieren hören, doch müßten sie sich der deutschen Sprache bedienen. Alle waren bereit, aber die Schwester Friedrichs des Großen meinte, daß es keine Kunst wäre zu disputieren, wenn man sich lange dazu vorbereiten könne, und so wolle sie die Themata erst am Tage der Feierlichkeit bekannt geben. Auf zehn Uhr am 6. November war die Disputation angesagt, und erst eine Stunde früher wurden Thesen verteilt, die also lauteten: 1. Es ist nicht widersprechend, daß die Materie denken könne. 2. Es ist nicht schlechterdings notwendig, daß die zusammengesetzten Dinge aus Einheiten bestehen müßten. Berufung auf die Autorität der Bibel war nicht gestattet. In der ersten These erkennt

---

[1]) Fränkische Sammlungen Bd. 1, S. 231. 1756.

[2]) Vgl. A. Strümpell, Die Anfänge der Universität Erlangen. Erlangen, Junge.

man den Einfluß Voltaires, die zweite ist offenbar die Negation eines Satzes aus der Monadologie von Leibniz. Erst nachdem man über zwei Stunden disputiert hatte, gab Wilhelmine sich zufrieden und schrieb ihrem Bruder, daß alle ihre Sache gut gemacht hätten.

Wenn Sie in der Hauptstraße das Amtsgericht und die Fronfeste betrachten, so sehen Sie die ältesten Universitätsgebäude Erlangens vor sich. Das ganze hieß, samt den gegenüberliegenden Gebäuden damals das „Kollegium". Im jetzigen Amtsgericht befanden sich im Parterre zur Linken die Universitätsbuchhandlung, zur Rechten der Fechtboden. Der erste Stock enthielt links das Versammlungszimmer der Professoren, rechts die Bibliothek. Weiter oben wohnten Pedell und Fechtmeister. Das anstoßende kleine Eckhaus, die jetzige Fronfeste, enthielt die öffentlichen Auditorien und an der nach dem Schwan gerichteten Mauer erkennen wir noch die Umrisse eines großen Fensters der jetzt total verbauten damaligen Universitätskirche. Jener kleine Anbau aber, der, in die Friedrichstraße sich erstreckend, sofort in die Augen fällt, war der Universitätskarzer. Der öffentlichen Hörsäle gab es wenige, die meisten Professoren lasen damals in ihren Wohnungen. Außer der Bibliothek war es mit den Sammlungen schlecht bestellt. Eine Naturaliensammlung und eine kleine Anzahl physikalischer Instrumente war von Bayreuth mit herübergekommen. Und wo befand sich das chemische Universitätslaboratorium? — so werden Sie fragen. Ein solches existierte damals noch ebensowenig wie andere naturwissenschaftliche Institute. Ja gerade in Erlangen hat es bis zum Jahre 1857 gedauert, bis ein auch für Unterrichtszwecke brauchbares chemisches Universitätlsaboratorium errichtet wurde. Lange Zeit hatten die Professoren ihre Privatlaboratorien neben einem ungenügend eingerichteten öffentlichen Institut. —

Zur Zeit der Gründung unserer Universität stand die Chemie unter der Herrschaft der Phlogistontheorie. Die Ideen der Alchemie waren aber noch keineswegs überwunden, vielmehr im Rahmen dieser Theorie sehr wohl denkbar. Durchaus ernst zu nehmende und verdiente Gelehrte hielten das Problem der Metallverwandlung und -veredelung nicht nur für lösbar, sondern in vielen Fällen für gelöst. Man hielt die Alchemie nur für

einen besonderen Teil der allgemeinen Chemie[1]). In Laienkreisen freilich glaubte man auch noch an den Stein der Weisen und wähnte ihn im Besitze mancher geheimen Gesellschaften. Zu diesen gehörten gewisse Richtungen der „Rosenkreuzer“, so genannt, weil die Ordensmitglieder ein goldenes Kreuz mit der Rose an einer schwarzseidenen Schnur trugen. — Auch in Erlangen und Umgebung gab es in den siebziger Jahren des vorvorigen Jahrhunderts noch Leute, die den Stein der Weisen suchten. Der eine war der markgräflich-kulmbachische geheime Rat Reichsgraf Julius von Loewenhaupt, der andere ein verunglückter Arzt namens Roth. Der trieb auf dem Landgütchen Wunderburg bei Marloffstein sein Wesen und behauptete, das Geheimnis schon einmal in einer Abrauchschale gehabt zu haben. Da warf aber ein in die Stube tretender, tölpelhafter Bauer seine Mütze so ungeschickt auf den Ofen, daß die Frucht langjähriger Bemühungen wieder vernichtet wurde[2]).

Daß solche Scharlatane nicht als Universitätsprofessoren geduldet wurden, braucht kaum gesagt zu werden. Die Chemie wurde vielmehr von einem Professor der medizinischen Fakultät vorgetragen, denn sie galt vielfach noch als eine Hilfswissenschaft der Heilkunde.

Bis zum Anfang des 16. Jahrhunderts hatte ausschließlich die Alchemie geherrscht. Zu der, dem Stein der Weisen ursprünglich zugeschriebenen Eigenschaft, unedle Metalle in edle zu verwandeln, war allmählich die neue hinzugedichtet worden, daß er imstande sein solle, den kranken Körper gesund zu machen und des Lebens Dauer zu verlängern. Da leitete im 16. Jahrhundert Philippus Aureolus Theophrastus gen. Bombastus Paracelsus von Hohenheim (1473—1541) gleichzeitig in Medizin und Chemie eine neue Epoche ein, indem er die Lehren der Alchemie auf den lebenden Organismus anwendete.

Seine Nachfolger van Helmont, Sylvius u. a. verfeinerten und erweiterten des Paracelsus Ideen und entwickelten einfache, höchst anziehende chemische Theorien über den Lebens- und Krankheitsprozeß. Diese fanden Anklang, und bald war ein neuer Zweig der Medizin, die Chemiatrie, entstanden, die die

[1]) Vgl. Delius, Fränkische Sammlungen Bd. 4, S. 198. 1759.
[2]) Martius, Erinnerungen aus meinem neunzigjährigen Leben, S. 78.

Heilkunde stark beeinflußte und fast hundert Jahre lang beherrschte. Da nun die Medizin ein Lehrgegenstand der Universitäten war, so mußte man, ihren Fortschritten Rechnung tragend, auch die Chemie in den Lehrplan aufnehmen. So faßte unsere Wissenschaft Fuß auf akademischem Boden.

Bald aber erkannte man, daß im Leben des Menschen nicht nur chemische, sondern auch physikalische Vorgänge eine Rolle spielen, und in natürlicher Entwicklung folgte auf die Periode der Chemiatrie eine der Jatrophysik in der Medizin. Indem nunmehr physikalische Vorstellungen über die Krankheiten die Oberhand gewannen, wurde das Band zwischen Chemie und Heilkunst lockerer. Es behielt die Medizin von der Chemie, was sich als brauchbar erwiesen hatte, besonders einen Schatz von Arzneimitteln und behandelte ihn samt seinen Wirkungen als Materia medica in besonderen Vorlesungen. Die eigentliche Chemie ward zwar nicht abgestoßen, weil sie zum Verständnis der Herstellung von Arzneimitteln notwendig war, aber in loserem Zusammenhang vorgetragen, und die Güte des Kollegs hing ganz davon ab, ob der betreffende Professor den Fortschritten unserer Wissenschaft gefolgt war.

Seit Robert Boyle (1626—1691) war ein streng philosophischer Geist in den Wirrwar chemischer Tatsachen und Theorien eingezogen, und der große Brite hat die Chemie erst zur wahren Wissenschaft erhoben, indem er ihr Studium als Selbstzweck empfahl. Der ihm befreundete Deutsche Johann Joachim Becher (1635—1682) hatte dann aus den Bestandteilen älterer chemischer Theorien eine neue gebildet, die von Georg Ernst Stahl (1660—1734) zur sogenannten Phlogistontheorie umgestaltet wurde. Sie bedeutete einen erheblichen Fortschritt in der systematischen Behandlung unserer Wissenschaft, denn sie gestattete es, eine große Anzahl von chemischen Erscheinungen und Tatsachen nach einheitlichen Gesichtspunkten zu betrachten.

Die Gründung der Universität Erlangen fiel in die Blütezeit der Phlogistontheorie, und der erste Professor, der unsere Wissenschaft hier lehrte, war Johann Friedrich Weismann. Er wurde als Sohn eines Apothekers am 30. August 1678 zu Neustadt an der Aisch geboren und lernte im Laboratorium seines Vaters schon in früher Jugend chemische Prozesse kennen.

Nachdem er das Gymnasium in Rothenburg an der Tauber absolviert hatte, begab er sich 1698 nach Altdorf, um Medizin zu studieren. Drei Jahre später siedelte er nach Jena über, um seine Studien zu erweitern, und machte von 1704—1705 eine Reise nach Holland, wo er ein Jahr lang besonders in Amsterdam und Leyden verweilte und auch chemische Studien trieb. Am 4. Februar 1705 promovierte er in Jena und ließ sich dann in seiner Vaterstadt als Arzt nieder. Bald avancierte er zum Physikus in der Reichsstadt Windsheim, ward dort von fürstlichen Personen konsultiert und wegen seiner Tüchtigkeit an den Markgrafen Georg Wilhelm von Bayreuth empfohlen, der ihn zu seinem Leibarzt ernannte. Nach dem Tode dieses Fürsten siedelte Weismann als Stadtphysikus nach Erlangen über, wo er neben seiner ärztlichen Tätigkeit auch chemische Studien betrieb und sich ein chemisches Laboratorium einrichtete. Als hier im Jahre 1743 die Universität gegründet wurde, übertrug man dem verdienstvollen, bereits fünfundsechzigjährigen Manne die erste Professur in der medizinischen Fakultät, befreite ihn aber von den öffentlichen Disputationen und von den Fakultätsangelegenheiten. In dieser Stellung wirkte er bis zu seinem Tode. Am 19. August 1760 starb Weismann im Alter von 82 Jahren.

Als Professor der Heilkunde las Weismann besonders über Frauen- und Kinderkrankheiten, gerichtliche Medizin und von Anfang an über Materia medica und Chemie. Zuerst kündigte er theoretische und Experimentalchemie, zuletzt nur noch theoretische Chemie an.

Es war damals vielfach üblich, daß Professoren sich in ihren Vorlesungen ziemlich genau an einzelne Lehrbücher hielten, und Weismann gibt an, daß er nach Heinrich Schulz[1]) lesen werde. Ich habe mir dies Buch verschafft und kann Ihnen an der Hand desselben eine ungefähre Vorstellung von dem damaligen Unterricht in der Chemie geben:

Seit Lemery (1645—1715) teilte man alle natürlich vorkommenden Dinge in drei große Gruppen (Naturreiche) ein und unterschied:

---

[1]) D. Joh. Heinr. Schulzens etc. Chemische Versuche nach dem eigenhändigen Manuskript des Herrn Verfassers zum Druck befördert durch D. Christoph Carl Strumpff. Halle 1745.

1. Mineralia, denen man Dinge, die ganz und gar leblos sind, wie Metalle, Mineralien, Steine, die unterschiedlichen Erden etc. zuzählte.

2. Vegetabilia, welche die Pflanzen und alles, was von ihnen stammte, umfaßten.

3. Animalia, zu denen die Tiere samt ihren Teilen und Exkrementen gehörten.

Man hat sich diese drei Abteilungen im Sinne jener Zeit als durchaus getrennt voneinander vorzustellen. Delius sagt an einer Stelle[1]) „wir haben ja im Tier- und Pflanzenreich zweyerlei Geschlechter“ — — und dieser Vergleich mag eine Vorstellung von dem Grad der angenommenen Verschiedenheit geben[2]).

Die drei Naturreiche liefern dem Chemiker die Ausgangsmaterialien für seine Untersuchungen: die „mixta“ oder „Grundmischungen“[3]).

[1]) Fränkische Sammlungen Bd. 7, S. 257. 1765.

[2]) In dem Buche „Aurea Catena Homeri“, das 1723 erschien und Goethe besonders gut gefiel, da in ihm die Natur „wenn auch vielleicht auf phantastische Weise, in einer schönen Verknüpfung dargestellt wird“, („Aus meinem Leben“ 2. Teil, 8. Buch) ist auch von der Umwandlung der Körper des einen Naturreiches in solche eines anderen die Rede. Aus Mineralischem könne Vegetabilisches und aus diesen Animalisches werden, doch nur in der Art, daß aus Animalischem erst wieder Vegetabilisches und dann erst Mineralisches werde. In seinem schönen Werkchen über obiges Buch berichtet H. Kopp so gut wie nichts von dem Eindruck, den die Aurea Catena Homeri auf die wissenschaftliche Welt der damaligen Zeit machte. Ich bin in der Lage aus den „Fränkischen Sammlungen“ zwei Urteile anzuführen, die Fachleute gelegentlich über das Werkchen abgaben. In Bd. 3 wird die Frage der Verwandelbarkeit des Wassers in Erde diskutiert, und dort heißt es S. 249: „Aber zu geschweigen, daß ich nochmals bitte, anstatt der sonst beliebten Sprache nach der Aurea Catena Homeri und anstatt einer Sammlung von Geheimnissen mehr auf die Gründe einer gesunden Chemie zu sehen“. — In Bd. 7 der „Fränkischen Sammlungen“ redet Delius vom ursprunglichen Alkali und sagt S. 257: Ich übergehe was die Aurea Catena Homeri von dem Alkali, als einem allgemeinen Salze, und insofern es der Weltgeist seyn solle, auch wie es das schöne Geschlecht der ursprünglichen Salze sey, welches das männliche, die Säure nehmlich, an sich ziehet, und dergl. vor schöne Sächelgen erzählet“. Was dem Dichter phantastisch erschienen war, mußte den Gelehrten noch viel abenteuerlicher vorkommen.

[3]) mixta sind Sachen, „die natürlicherweise wachsen, nämlich die Mineralia, Vegetabilia und Animalia“ (Lemery).

„Die gelehrte und sinnreiche Bemühung alle von der Natur gemischte und zusammengesetzte Körper in ihre Bestandteile zu zerlegen; und durch neue und mannigfaltige Zusammenfügung derselben, neue und von der Natur selbst nicht hervorgebrachte, zum Gebrauch des menschlichen Geschlechts aber sehr nützliche Sachen ans Licht zu bringen; die durch Kunst gemachte aber zu erforschen und nachzumachen, wird mit dem Nahmen der Chymie beleget“ [1]).

Diese Definition klingt nur in der Sprache altertümlich und weicht von unserer heutigen nicht weit ab. Anders war es freilich mit den letzten Bestandteilen oder Prinzipien (unseren heutigen Elementen). Die Alchemisten dachten sich die Körper aus den drei Elementen: Quecksilber, Schwefel und Salz zusammengesetzt. Mit diesen Namen waren aber keineswegs die betreffenden Stoffe gemeint, sondern allgemeine Eigenschaften. „Salz“ galt als der Typus des Festen, „Schwefel“ als der des Brennbaren und „Quecksilber“ sollte die Eigenschaft, Metallglanz zu besitzen, ausdrücken. Auch in der Phlogistontheorie gab es drei Elemente, „Erden“ genannt, aus denen alle mixta bestehen sollten. Hier schrieb man ihnen aber schon mehr konkreten Charakter zu. Die „terra prima ist vitrescibilis“ (verglasbar, schmelzbar) und entsprach dem Salz der Alten. Die „terra secunda ist phlogista, inflammabilis“. Sie verkörperte das Brennbare und erinnert an den Schwefel der Alchemisten. Die „tertia terra ist metallifans“; sie erteilt den metallischen Glanz, also das, was man früher dem Quecksilber zuschrieb.

Aus zwei oder drei dieser Erden dachte man sich alle mixta in mehr oder weniger komplizierter Weise zusammengesetzt. Am einfachsten waren die Erden aber im Mineralreich miteinander verbunden.

---

[1]) H. Schulz a. a. O., S. 2. — „Das Wort Chymia, welches man auch wohl Alchemia oder Alchymia schreibt“ — will eigentlich nichts mehr sagen als „Die Ägyptische Kunst“. „In der Bibel heisset Ägypten terra Chami: andere nennen es Chemmi. Was nun einige Griechen mit dem vocali *α* aussprechen, dazu brauchen andere den vocalem *η*, welchen etliche wie e, andere wie i lesen. Daher ist es gekommen, daß einige die Kunst Chemia, andere Chimia benennet, welche letztere die Araber zu Vorgängern haben. Und wiederum haben andere ohne Grund Chymia geschrieben“. — Zuweilen nannte man die Chemie auch ars hermetica, ars pyrotechnica oder philosophia hermetica etc.

Wir verstehen nun ohne weiteres, warum gewisse Metalle damals nicht als einfache, sondern als relativ komplizierte mixta angesehen wurden. Der Metallglanz deutete auf einen Gehalt an der 3. Erde, durch die Brennbarkeit zeigte sich die 2. an, und die beim Verbrennen zurückbleibende Asche (der sogen. Metallkalk) rührte von der 1. Erde her. Gold z. B. war eine Vermischung von wenig 1., mehr 2. und sehr viel 3. Erde. Das mixtum Silber dagegen enthielt mehr von der 1. und 2., wenig von der 3. Erde etc.[1]). Gelang es der Kunst des Chemikers, die drei Erden in entsprechender Mischung zu vereinigen, so mußte sich Gold, Silber u. s. w. herstellen lassen. War es möglich, die Mischung, welche ein Metall repräsentierte, so zu modifizieren, daß die für ein anderes charakteristische herauskam, so war eine Metallverwandlung gelungen. Solche Ziele mußten dem Chemiker der phlogistischen Periode als durchaus erreichbar erscheinen, und wer ihnen in wissenschaftlichem Geiste zustrebte, der betrieb die Chemie methodo synthetica. Mehr dauernden Erfolg hatten aber diejenigen unserer damaligen Fachgenossen, welche die Chemie methodo analytica[2]) förderten.

Nur selten gelang es, die mixta direkt in die Elemente oder principia zu zerlegen. Meist entstanden Zwischenprodukte, die man composita nannte. Das Spießglas (Sb_2S_3) z. B. ließ sich zunächst in 1. Schwefel, 2. „eine den Metallen ähnliche substantiam regulinam“ zerlegen. „Wenn ich beyde voneinander gesondert habe, bin ich erst mit der compositio fertig. Denn muß ich den Schwefel absonderlich untersuchen, und in demselben finde ich brennende und saure Teile, im regulo wieder andere“. So geht man weiter „und spühret in den befundenen Bestandteilen — nach, bis man endlich die allererste und einfache Anfangsteile, die wohl Elemente oder principia genannt werden, erblicket“. „Die allerersten und einfachen Anfangsteile eines jeden vermischten Körpers zu finden ist deswegen sehr schwer, weil man dieselbe so, wie sie vor sich alleine, und von aller Vermischung frey sind, fast nicht fangen, und erlangen kann. Daher kein ander Weg ist, sich derselben zu versichern, als wenn man dieselbe einem Körper entziehet, und an einen

[1]) H. Schulz a. a. O., S. 6.

[2]) George Ernst Stahls Einleitung in die Chemie 1720, S. 19 u. a. a. O.

anderen bringet, und aus der daher entstandenen Veränderung des einen und anderen Anzeige nimmt“ [1]).

Im angezogenen Beispiel können wir uns die Verhältnisse durch folgendes Schema noch deutlicher machen:

$$\underbrace{\text{Spießglas } (Sb_2S_3)}_{\text{mixtum}} = \underbrace{\text{Schwefel} + \text{Antimonium}}_{\text{compositio}}$$

Die composita Schwefel und Antimon ließen sich nun ihrerseits wieder zerlegen. Im Schwefel fand man Phlogiston und acidum (SO_2), im Antimon einen wahren „brennenden Schwefel“ und eine regulinische Substanz. „Der regulinische Teil ist ein unvollkommenes Metall, mit einem arsenikalischen Wesen vergesellschafftet, welches sich von demselben noch viel schwerer, als der Schwefel, reinlich abscheiden und besonders darlegen lässet.“

In dieser Weise zerlegte man alle mixta, und aus den angeführten Gründen ist es erklärlich, warum man nur selten alle principia finden konnte. Meist mußte man sich zufrieden geben, wenn man mehr oder weniger komplizierte composita erhielt.

Von den so aufgefundenen compositis waren die Salze und Kalke die wichtigsten.

„Salze nennet man eine Materie, die sich in trockener Gestalt als eine Erde repräsentiert, in Wasser aber auflösen lässet, und dem Geschmack eine Empfindung verursachet“ [2]).

Man unterschied:

1. salia lixiuiosa (lixiviosa), laugenhafte (alkalische) Salze,
2. salia acida, saure Salze und
3. salia media, die durch „Saturieren“ von Alkali mit Säuren entstehen.

Diese Salze gruppierte man dann wieder nach ihrer Beständigkeit gegen Hitze in s. volatilia, s. fixa etc. und stellte die für sie charakteristischen Reaktionen zusammen.

Die Kalke aber waren die Rückstände, die beim Verbrennen der Körper zurückblieben, z. B. die heutigen Oxyde beim Verbrennen eines Metalles.

Um nun Synthesen und Analysen vornehmen zu können, mußte man gewisse Verrichtungen (operationes) kennen wie:

---

[1]) H. Schulz l. c., S. 4.

[2]) H. Schulz S. 7 ff.

Auflösen, Niederschlagen, Kalzinieren, Schmelzen, Destillieren, Sublimieren etc.

Der allgemeinste Lehrgang ging sogar nach den Operationen. Schulz und somit auch Weismann taten dies nicht, „weil bei den meisten Prozessen mehr als eine Operation vorkommt“. „Folglich werden wir einen vermischten oder zusammengesetzten Körper nach dem andern vornehmen und durch allerhand angestellte Versuche bemühet seyn heraus zu bringen ob es ein bloß vermischtes, oder aus mehr oder weniger vermischten zusammengesetztes Wesen sey.“

Zuerst wurden mixta aus dem Mineral-, dann aus dem „animalischen“ und vegetabilischen Reiche gewählt. Der Experimentator zerlegte sie vor den Augen der Hörer, demonstrierte dabei die Operationen, machte Reaktionen und gab die nötigen Erläuterungen und Verallgemeinerungen.

Wir sehen daraus, daß die chemischen Experimentalvorlesungen jener Zeit sich zwar dem Inhalte nach sehr wesentlich, der Form und Methodik nach aber nicht so prinzipiell von unseren heutigen unterscheiden, wie man gemeinhin annimmt. Auch eine ausgedehnte Formelsprache — z. T. aus der alchemistischen Tradition mit übernommen — gab es damals, und ich lasse hier nur die meistgebrauchten Zeichen folgen:

Gold ☉	Blei ♄
Silber ☽	Antimon ♁
Kupfer ♀	Schwefel 🜍
Eisen ♂	Wasser 🜄
Quecksilber ☿	Weingeist 🜄ˢ.
Zinn ♃	

Der erste Professor, der in Erlangen die Chemie lehrte, war ein hervorragender Farbenchemiker. Es ist heutzutage noch wenig bekannt und in den gebräuchlichen Geschichtswerken der Chemie nicht mehr mitgeteilt, daß im 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts ein „Erlanger Blau“ im Handel war, das von den Malern als Ersatz für Ultramarin benutzt wurde. Weismann war sein Entdecker. Da er selbst die Geschichte seiner Entdeckung erzählt und diese lehrreich für die Beurteilung der damaligen Zeitverhältnisse war, so möchte ich sie samt der Vorgeschichte bringen.

Im Jahre 1704 wollte sich ein Farbenfabrikant namens Diesbach in Berlin Florentinerlack herstellen. Schon hatte er Cochenilleabsud mit Alaun und etwas Eisenvitriol vermischt, da fehlte es ihm an Alkali, um den Farbstoff niederzuschlagen. Sein Freund Dippel, in dessen Laboratorium er arbeitete, half ihm mit einem Präparate aus, über das schon öfters tierisches Öl destilliert worden war. Aber siehe da, statt des erwarteten roten, fiel ein blauer Farbstoff beim Zusatz des Alkalis zur Cochenillemischung aus. Dippel ging diesem Wunder nach, fand, daß die Bildung des blauen Farbstoffes durch die Natur seines Alkalis bedingt werde, und war bald in der Lage, auf billigem und rationellem Wege jenes Blau herzustellen, das nach unserer Reichshauptstadt benannt ist[1]). Alkali und getrocknetes Ochsen- oder Rinderblut wurden gemischt, erst kalziniert und dann geglüht. Nachdem diese Masse mit Wasser ausgelaugt und mit einer verdünnten Lösung von Alaun und Eisenvitriol versetzt war, fiel ein grünlich-blauer Niederschlag aus, der auf Zusatz von Salzsäure eine rein blaue Farbe erhielt.

„Diese Erfindung ging nun ex regno animali," so erzählt uns Weismann[2]). „Ich forderte meine Gedanken zusammen und fiel darauf, wie man ex regno vegetabili ein so schön und mehr dauerhaftes Blau machen könnte. Ich fing die Arbeit mit der fuligine splendida an, folgte Dippeln mit den Salzen in seinen Fußstapfen nach, und es geriet mir unter göttlichem Segen die Arbeit so wohl, daß ich es unter meinem Namen denen Actis Naturae curiosorum konnte einverleiben" [3]). — Fuligo splendens war nichts anderes als vegetabilischer (stickstoffhaltiger) Ofenruß und zwar der, welcher „wegen der öligten Teile, womit er durchdrungen ist, in Form einer harten glänzenden Kruste" in den Schornsteinen haftet und deshalb Glanz- oder Spiegelruß genannt wurde. Zur Bereitung des Farbstoffes verfuhr Weismann nun folgendermaßen. Er mischte Spiegelruß mit Pottasche, erhitzte sie im Tiegel, bis alles weiß war, laugte die Masse mit Regenwasser aus, filtrierte und gab das Filtrat heiß zu einer

---

[1]) In den Abhandl. der Berliner Akademie vom Jahre 1710 wird zuerst vom Coeruleum Berolinense nuper inventum öffentlich berichtet.

[2]) Fränk. Samml. 1, S. 202.

[3]) Berl. Akad. Ber. 1740, S. 537.

zweiten Flüssigkeit. Diese hatte er aus Eisenvitriol bereitet, indem er diesen bis zum Rötlichwerden erhitzte und mit Regenwasser aufkochte. Aus der grünlichen Mischung beider Flüssigkeiten schied sich der blaue Farbstoff allmählich ab und wurde durch Behandlung mit Säuren und Wasser gereinigt. Als coeruleum Erlangense kam er in den Handel und wird z. B. von Modell in seinem Buche „De Borace Nativa“ 1747 lobend erwähnt.

Sie werden schon erkannt haben, daß das Erlanger Blau im Grunde dasselbe war wie Berliner Blau, und deshalb verschwand auch der erstere Name allmählich aus der Literatur. Aber in einer Zeit, wo man die Produkte aus Tier- und Pflanzenreich als untereinander völlig verschieden annahm[1]), mußten auch jene beiden Blaus als nicht miteinander identisch angesehen werden.

Dann beschäftigte sich Weismann mit den roten Gläsern der Alten. Er glaubte nicht, daß sie vermittelst Gold gefärbt worden wären. „Ich halte davor, daß dieses alte schöne rote Glas von den alten Chymisten aus dem Eisen durch Hülfe der Salze sey gemacht worden. Diese Farbe ist in der Tat im Eisen, und kann ein Crocus martis, oder Eisensafran, mit der Fritte, oder kalzinierten Kieselsteinen durch eine rechte Direktion des Feuers so verbunden werden, daß ein rotes durchsichtiges Glas ausgearbeitet werden kann. Doch muß ein unverdrossener Chymist die Hand in die Kohlen stecken, und nicht ablassen, wenn die Arbeit auch das erste mahl schon nicht nach Wunsch ausschlägt“.

Aus Kupfervitriol, der damals vielfach aus den Bergwerken Cyperns importiert wurde, konnte man ein schön blau gefärbtes Präzipitat gewinnen, das praecipitans vitrioli de cypro hieß und dessen Entstehung rätselhaft war. „Ich habe auch viele Chymisten in Holland zu Rathe gezogen, was das praecipitans vitrioli de cypro sey. In Utrecht besuchte ich den berühmten Barkhuysen auf dem Chymisten Wall. Dieser sagte mir was ins Ohr und ich fuhr vergnügt auf meiner Treckschüte nach Hause, damals auf Leyden zu, arbeitete noch eine Weile, und fand letztlich

[1]) Vgl. J. G. Krünitz, Enzyklopädie Teil 128, S. 724: „Die Vegetabilien... geben einen Ruß, der von dem Ruße der tierischen Materien verschieden ist“ (1820).

das praecipitans, welches ein so hochblau praecipitatum gibt, dafür aller Saphir die Segel streichen muß. Doch wird es mit der Zeit etwas grünlich“ [1]).

Auch die meisten anderen chemischen Untersuchungen Weismanns haben Farbstoffe zu ihrem Gegenstand. Er schied z. B. aus dem „Blauhollunder Holz“ den Farbstoff ab und beschreibt seine Reaktionen.

Im Jahre 1749 trat nun ein Mann in den Lehrkörper unserer Universität ein, der die Chemie ganz besonders pflegte und überhaupt zu den markantesten Persönlichkeiten unserer Hochschule gehört.

Heinrich Friedrich Delius wurde am 8. Juli 1720 zu Wernigerode am Harz als Sohn eines Predigers geboren. Da auch er, nach der Familientradition, Seelsorger werden sollte, so erhielt er eine sehr gründliche klassische Ausbildung auf der Schule seiner Vaterstadt und dem akademischen Gymnasium in Altona. Als er aber zur Universität übertrat, hatte die früherwachte Liebe zur Naturkunde und Medizin den Sieg über die Familienrücksichten davongetragen. Von 1740—1742 studierte er in Halle Medizin, begab sich dann eine Zeit lang nach Berlin, um sich in der Anatomie zu vervollkommnen und promovierte am 21. Oktober 1743 in Halle. Wer seine Lehrer in der Chemie waren, das habe ich bisher nicht feststellen können. Nach beendigten Studien ließ Delius sich als Arzt in seiner Vaterstadt nieder und gab dort nebenher die Amoenitates medicae heraus. 1747 wählte ihn die kaiserliche Akademie der Naturforscher zu ihrem Mitgliede. Im gleichen Jahre ward er Landphysikus des Markgrafen von Bayreuth, und 1749 übertrug man ihm die 5. ordentliche Professur der Medizin in Erlangen.

Delius wird uns als ein kleiner gedrungener Mann von melancholisch-cholerischem Temperamente geschildert [2]). Er war so recht der Typus eines Professors der alten Zeit mit allen Vorzügen und Schwächen. Geistig ungemein rege und strebsam, eignete er sich allmählich nicht nur die meisten Gebiete der Medizin, sondern der Naturwissenschaften überhaupt an. In Erlangen begann er 1749 damit, Anthropologie mit Physiologie

[1]) a. a. O., S. 205. Die Vorschrift zur Herstellung des Präzipitats findet sich Fränk. Samml. Bd. 3, S. 246.

[2]) Martius a. a. O., S. 137.

und Diätetik zu lesen, später folgten allgemeine Pathologie und Semiotik, dann neuere Physik, Rezeptierkunst, Materia medica, gerichtliche Medizin, medizinische Chirurgie, Geschichte der



Medizin und neueren Physik, Ausarbeitung medizinischer Fälle, Experimentalchemie; auch über neuere Literatur der Medizin und über Naturphilosophie hielt er Vorlesungen. Wenn er den

ganzen Tag in Studierzimmer und Laboratorium zugebracht hatte, ließ er sich in den späten Abendstunden von seinen Töchtern noch die Schriften der schönen Geister vorlesen[1]).

Neben seiner Lehrtätigkeit gab er von 1756—1768 eine Zeitschrift „Fränkische Sammlungen" heraus, in denen über naturwissenschaftliche und medizinische Neuigkeiten und Kuriositäten sowie über Fragen des praktischen Lebens berichtet und gestritten wurde. Von den Titeln der Aufsätze seien einige aufgeführt: „Vom Blutregen", „Von einem magenförmigen Hühnerei", „Vom Brechen der Pferde", „Über die Torturfähigkeit des menschlichen Körpers", „Von einer ungeheuren Dicke des Leibes", „Von einem besonderen Hirnschädel", „Beschreibung eines Alabastersteinbruchs in Franken", „Bemerkung eines zersprungenen Herzens", „Ökonomische Nachricht vom Feld- und Ackerbau in Franken", „Versuche in der Operation des Stars nach der Methode des Herrn Daviels" etc. etc.

Auch für die Geschichte der Chemie an unserer Universität sind die „Fränkischen Sammlungen" eine wertvolle Quelle.

Durch seine fleißige und vielseitige Tätigkeit wurde Delius bald ein berühmter Mann, und Ehren über Ehren häuften sich auf seine Schultern. Der Professor wurde bald Leibarzt, Hofrat, hochfürstlich brandenburgischer Geheimrat, dann Edler des heiligen römischen Reiches und Comes palatinus d. i. Pfalzgraf. Als letzterer verlieh er der damaligen Mittwochgesellschaft, der jetzigen Harmonie ein Wappen. In seinen letzten Lebensjahren war er Senior der medizinischen Fakultät. Seit 1788 aber bekleidete er die hohe Würde des Präsidenten der kaiserlichen Akademie der Naturforscher.

Auf sich und seine Würden hielt Delius viel, und er konnte sehr unangenehm werden, wenn man ihm nicht die Ehren erwies, die er glaubte beanspruchen zu können. Das haben auch hochgestellte Persönlichkeiten erfahren müssen. Er war Leibarzt der Markgräfin Sophie Karoline Marie, der zweiten, seit 1763 verwitweten Gemahlin des Markgrafen Friedrich, die von 1764 an in Erlangen residierte. Ward ihm nun gelegentlich an der markgräflichen Tafel nicht ein bevorzugter Platz angewiesen, so geriet er unverhohlen in die übelste Laune. — In seinen

[1]) Strümpell a. a. O., S. 12.

letzten Lebensjahren verlangte er einen erfahrenen Amanuensis für seine chemischen Experimentalvorlesungen, und als der preußische Staatsminister v. Hardenberg bei seiner ersten Anwesenheit in Erlangen Delius besuchte, kam auch dieser Wunsch zur Sprache. Herr v. Hardenberg riet nun Delius sich statt einer schon geübten und zu bezahlenden Kraft einen Studierenden für seine Experimente anzulernen. Da kam er aber übel an: „Nehmen mir Ew. Exzellenz nicht übel, aber das verstehen Sie nicht; wenn ich jemand erst ein Ding in die Hände geben soll, so tue ich es lieber selbst“ [1]).

Wer so mit seinen Vorgesetzten sprach, war gegen Kollegen und Untergebene nicht höflicher. In der Fakultät scheint er zuweilen den Tyrannen gespielt zu haben. Seine medizinischen Ansichten aber verteidigte er, selbst wenn inzwischen einfachere und plausibelere Erklärungen aufgekommen waren, mit jener Hartnäckigkeit und Heftigkeit, die uns von Gelehrten früherer Jahrhunderte so oft berichtet wird.

Aber allen seinen Schwächen standen bedeutende Vorzüge gegenüber. Im Grunde seines Herzens war Delius gerecht und wohlwollend, und um unsere Universität hat er sich außerordentliche Verdienste erworben. Zu einer Zeit, wo durch ungünstige finanzielle Verhältnisse die Zahl der medizinischen Ordinariate von fünf auf drei und zwei herabgegangen war, suchte er durch vermehrte Tätigkeit dem Mangel so viel als möglich abzuhelfen, wobei sich seine Vielseitigkeit so recht bewährte. Den Studenten war er ein väterlicher Freund und rief sie zu sich, wenn ihm im Glashaus eine seltene Pflanze gediehen war oder irgend eine Kuriosität in seine Hände kam. Er besaß das ehemalige Brüxnersche Haus in der Bruckerstraße und dort befand sich auch sein chemisches Laboratorium. Im gegenüberliegenden Wirtshaus (damals „roter Hahn“ oder „Göcker“, jetzt „goldenes Glöcklein“ genannt) ging es zuweilen mehr als lebhaft her, aber Delius hat sich auch in seinen älteren Jahren niemals darüber beklagt [2]).

Was seine Stellung zur Chemie anbetrifft, so war er nach seiner Erziehung selbstverständlich Anhänger der Phlogiston-

---

[1]) **Martius** a. a. O., S. 137.
[2]) **Martius** a. a. O., S. 139.

theorie und blieb es bis an sein Lebensende. In den ersten Jahren seiner hiesigen Tätigkeit, als Weismann noch lebte, las er die Materia medica, indem er sie zugleich theoretisch und experimentell behandelte. Im Wintersemester 1757/58 begann er — um den Senior der Fakultät zu entlasten — auch Chemie und zwar Experimentalchemie zu lesen. Das hatte Weismann eine Zeitlang anfangs auch getan, später aber nur noch ein theoretisches Kolleg über Chemie gelesen und damit einen Rückschritt verursacht. Nach Weismanns Tode hielt Delius sein ganzes Leben lang die chemischen Vorlesungen auf experimenteller Grundlage und, wie noch heutzutage üblich, den einen Teil im Winter-, den anderen im Sommersemester vortragend.

Ob Delius auch praktische Übungen im Laboratorium abhielt, habe ich nicht erfahren können. Jedenfalls wurden von den Pharmazeuten praktisch-chemische Kenntnisse verlangt. E. W. Martius berichtet 1791 über sein pharmazeutisches Examen in Erlangen: Nach der mündlichen Prüfung wurden mir von meinen Examinatoren Delius, Isenflamm und Schreber „drei chemische Aufgaben gegeben, nämlich die Bereitung der flüchtigen Schwefelleber oder des Liquor fumans Bequini, des Ätzkalis (Kali causticum fusum) und des Brechweinsteins (Tartarus stibiatus). Während ich an der Darstellung dieser chemischen Präparate arbeitete, fanden sich meine Herren Examinatoren in dem Laboratorio fleißig ein, um von meinem Verfahren Augenschein zu nehmen und sich über die Natur und Eigenschaft der zu erhaltenden Präparate und die in der Darstellung derselben leitenden Prinzipien referieren zu lassen“[1]).

Delius' Tätigkeit als praktischer Chemiker war bedeutend und z. T. bahnbrechend. Als Lehrer der Heilkunde lag es ihm natürlich am nächsten, Naturprodukte, die in der Arzneilehre Verwendung fanden oder hätten finden können, zu untersuchen. So studierte er in chemischer Hinsicht das Gnadenkraut, den Löwenzahn, den Haarstrang, die Gartennelke u. a., untersuchte hessischen Eisenkies, Gips, Schwer- und Flußspat und glaubte festgestellt zu haben, daß das letztgenannte Mineral dieselbe Säure enthält

[1]) Martius a. a. O., S. 135.

wie Kochsalz. Dann prüfte er ein Bergöl von Tegernsee[1]), spürte der Ursache des Schalwerdens von Getränken nach und suchte die Wirkung von Gärmitteln und die Gärung überhaupt zu erklären. Eine hochinteressante Abhandlung[2]), in der er so recht seine Vielseitigkeit dokumentierte, berichtet uns von den warmen Bädern und Gesundbrunnen, die er geologisch, physikalisch, chemisch behandelt und höchst vernünftige, noch heute geltende Ansichten über das Baden äußert. Auch machte er zuerst auf das Salz von Friedrichshall (Glaubersalz) genauer aufmerksam, das unter dem Namen Friedrichssalz von ihm unter die Leute gebracht wurde.

Von besonderer Bedeutung ist die Förderung, die er der angewandten Chemie zuteil werden ließ. So zeigte er, wie man auf chemischem Wege die verschiedenen Sorten von Küchensalz untersuchen könne, empfahl zuerst Porzellantiegel zu Schmelzversuchen und lenkte in seinen „Fränkischen Sammlungen" den Blick weiter Kreise auf Fragen des praktischen Lebens. Im ersten Bande jener Zeitschrift (S. 271) stellt er, um nur ein Beispiel herauszugreifen, die Frage über die Eigenschaften und Wirkungen des Frankenweines zur Diskussion. „Frankenwein Krankenwein" hieß es damals. Das war aber nicht so zu verstehen, daß jener Wein Kranke gesund, sondern umgekehrt Gesunde krank mache. Er solle Kopfweh verursachen und den ganzen Leib in Trägheit und Schwerfälligkeit versetzen. „Man glaubt, er schaffe viel Säure, Gicht und Podagra". Delius fordert auf, sich darüber öffentlich zu äußern und den Ursachen dieser Wirkung nachzuspüren. Ein Jahr später wird dann auch schon von anderer Seite mitgeteilt[3]), daß der Wein vieler Orte in Franken in jeder Hinsicht vortrefflich wäre, daß aber viele Winzer, um für geringere Sorten höhere Erträge zu erzielen, diese schönen und dazu höchst schädliche Mittel, wie Bleiglätte, verwendeten. In einer Anmerkung[4]) zu dieser Abhandlung weist Delius darauf hin, daß man Blei im Wein durch eine Lauge aus Auripigment, Kalk und Wasser leicht erkennen könne. Indem er sich nun experimentell mit dieser Frage beschäftigt,

---

[1]) Crells Annalen Bd. II, S. 440. 1784.
[2]) Fränkische Sammlungen Bd. 7, S. 99.
[3]) Fränkische Sammlungen Bd. 2, S. 176. 1756.
[4]) Ebenda S. 178.

verallgemeinert er die Idee, chemische Reaktionen zur Erkennung forensischer Fälle anzuwenden und gibt 1771 die erste gedruckte Anleitung dazu unter dem Namen: Dissertatio sistens primas lineas chemiae forensis[1]) heraus. Bei weiteren kritisch-experimentellen Studien über diese Materie kommt Delius 1779 zu dem Resultate[2]), daß die oben angeführte Reaktion zur Erkennung von Blei im Wein unvollkommen wäre, daß ferner auch der Veilchensaft (damals zu ähnlichen Zwecken verwendet, wie heutzutage Lackmus) nicht immer einwandsfrei reagiere.

Die Diskussion über den Frankenwein aber zog weitere Kreise und bald wurden aus berufener Feder rationelle Ratschläge über die Kultur und rationelle Behandlung des Weines erteilt[3]).

So kam Delius mit Fragen des praktischen Lebens in Berührung und entwickelte sich zu einem chemischen Technologen, vor dessen Prinzipien wir noch heute allen Respekt haben müssen. Er zeigte, wie man Soda aus Glaubersalz über Schwefelnatrium und salpetersaures Natrium herstellen könne und machte immer wieder darauf aufmerksam, wie man Abfälle nutzbringend verwerten und chemische Prozesse höchst ökonomisch gestalten könne. Ja diese Idee wurde ihm zum Lebensprinzip und in einer höchst lesenswerten Rede zum Geburtstag des Markgrafen Friedrich[4]) gibt er ihr beredten Ausdruck in dem Thema „Die Chymie, ein Vorbild der Ökonomie“. Unsere Wissenschaft, so führt er aus, könne jedem Haushalt zum Vorbilde dienen, weil sie lehre nichts wegzuwerfen, sondern alle Abfälle möglichst zu verwerten. Das sogenannte caput mortuum (Rückstand von den Destillationen) führe sie in neue Produkte über, Kalke (d. i. Oxyde) und Schlacken verwandle sie unter Zusatz brennbarer Materie wieder in Metalle. Aus den schlechtesten, weggeworfenen und als Unreinlichkeiten angesehenen Dingen mache sie Salpeter und verwandle die letzten Remanenzen schon zu Arzneien gebrauchter Körper, wie Wurzeln, Rinden und Hölzer, durch Verbrennen in Laugensalz der Pflanzen (Alkalikarbonat). Zerbrochene Scherben von irdenen Geschirren und

---

[1]) Erlangen.
[2]) Etwas zur Revision der Weinprobe mit Bley. Erlangen.
[3]) Fränk. Samml. Bd. 2, S. 195; Bd. 3, S. 252, 550.
[4]) Ebenda Bd. 4, S. 195. 1759.

Tiegeln backe sie, zermahlen und mit frischem Ton gemischt, zu neuen dauerhafteren Tiegeln zusammen u. s. w. Sie sehen, daß Delius in bezug auf die Grundlage rationellen Betriebes ein durchaus moderner chemischer Technologe war. Und was er im Großen empfahl, das befolgte er selbst im Kleinen auf das genauste. Kein unbeschriebenes Blatt ward weggeworfen, und stolz zeigte er oft Freunden und Bekannten seinen billigen Siegellack. Er schmolz nämlich die Siegel aller an ihn gelangenden Briefe ein, um aus diesen Gemisch neue Stangen zu formen, mit denen er seine Briefe verschloß[1]). Durch pünktliche Ordnung und rationellen Lebenswandel hat der mit nur zarter Gesundheit ausgestattete Mann sein Leben bis zum siebzigsten Jahre gefristet. Am 22. Oktober 1791 ward er in seinem Studierzimmer tot aufgefunden. Ein Schlagfluß hatte seinem arbeitsreichen Leben ein plötzliches Ende gemacht.

Seine theoretischen Ansichten hat Delius meines Wissens nicht zusammenhängend veröffentlicht, aber aus seinen gelegentlichen Reden und Aufsätzen habe ich einen kleinen Strauß derselben zusammenstellen können: Die Chymie ist nicht mehr die Wissenschaft, „welche bloß mit dunklen Wörtern und abenteuerlichen Geheimnißen bestehet", sondern ein vorzüglicher Teil der Naturlehre[2]). „Die Weltweisheit lehret die Dinge nach ihren Ursachen einzusehen. Wahre Chymisten können auch dazu gelangen, indem sie die Körper in ihre Anfangsgründe zerlegen und dadurch auf verschiedene Weise neu zusammensetzen"[3]). „Die Möglichkeit, die Metalle zu veredeln, und auch Gold zu machen, ist längst erwiesen, indem man in folgenden Zeiten aus anderen Körpern die ersten Materien hergenommen, aus welchen Gold bestehet und also Gold selbst gemachet"[4]). „Die Alchemie ist nur ein besonderer Teil der Chymie"[5]). — Die Kälte suchte er von einem besonderen Kältestoff abzuleiten[6]) und beim Verbrennen ließ er die fixe Luft, den Brennstoff,

---

[1]) Martius a. a. O., S. 140.
[2]) Fränkische Sammlungen Bd. 6, S. 245. 1765.
[3]) Ebenda Bd. 4, S. 198. 1759.
[4]) Ebenda Bd. 4, S. 198.
[5]) Ebenda Bd. 4, S. 196.
[6]) Ebenda Bd. 2, S. 432. 1757.

das Phlogiston eine wichtige Rolle spielen[1]. Er war also Phlogistiker und blieb es bis an sein Lebensende.

Sie werden sich erinnern, daß Delius dem Minister von Hardenberg einmal frischweg über den Mund fuhr, als dieser ihm einen Amanuensis nicht ohne weiteres bewilligen wollte. Jener Amanuensis war der Apotheker Ernst Wilhelm Martius (Vater des berühmten Botanikers), und ich bedaure, daß ich dieses trefflichen Mannes hier nur kurz gedenken kann. Er wurde als Sohn eines Predigers am 10. September 1756 zu Weißenstadt am Fichtelgebirge geboren und trat mit 14 Jahren als Lehrling in die hiesige Hofapotkeke ein, die sein Taufpate und Oheim E. W. Weinl leitete. Nach beendeter Lehrzeit durchwanderte er viele Teile Deutschlands, kehrte dann nach Erlangen zurück, heiratete seine Nichte Regina und übernahm bald darauf die Hofapotheke. Martius erreichte ein Alter von über 90 Jahren und hat sich und den damaligen Erlanger Verhältnissen ein herrliches Denkmal gesetzt in seinem Buche „Erinnerungen aus meinem neunzigjährigen Leben“[2].

Schon in seinen Studienjahren lenkte Martius die Aufmerksamkeit seiner Lehrer auf sich, und was Delius nicht mehr erreichte, hat dessen interimistischer Nachfolger Daniel v. Schreber durchgesetzt. Martius ward 1791 Amanuensis an der Erlanger Universität, und eine seiner ersten Aufgaben bestand darin, eine Erbschaft zu sichten, die die chemische Lehrkanzel gemacht hatte. Delius hatte seinen großen chemischen Nachlaß der Universität geschenkt, und Martius sollte ihn ordnen. Der Anblick flößte ihm Schrecken ein. Vor ihm stand eine Unmasse ganzer und zerbrochener Gläschen von den mannigfachsten Formen, die Flüssigkeiten und feste Körper aller Art und Farbe enthielten. Zum größten Teil waren sie gar nicht oder unleserlich etikettiert. Hier mußte eine Auswahl getroffen werden, und als das geschehen, grub man am Eingang des damaligen botanischen Gartens vor dem Nürnberger Tor ein tiefes Loch, warf zerbrochene Gläser, rätselhafte Flüssigkeiten und alles, was unbrauchbar war, hinein. Da brauste es mächtig auf in der Tiefe. Dicke Dampfwolken erhoben sich, und unter

---

[1] Initio medicinae Sect. III.

[2] Leipzig, Verl. von L. Voß. 1847.

Zischen und Explosionen reagierten die Arkana, bis der hineinrollende Sand dem chemischen Pandämonium ein Ende bereitete.

Schon im ersten Bande der Fränkischen Sammlungen (1755) findet sich eine Abhandlung[1]), in der Joh. Christ. Arnold die Einwände widerlegte, die man im Laufe der Zeit gegen die Phlogistontheorie erhoben hatte. Als besonders schwerwiegend sind hier Beobachtungen aufgeführt, die man beim Verkalken (Oxydieren) der Metalle gemacht hatte. Dies Verkalken erfolgte häufig unter Feuererscheinung, und man glaubte, daß dies Feuer das entweichende Phlogiston wäre. Ein Metall war somit im Sinne der Phlogistontheorie eine aus Metallkalk + Phlogiston zusammengesetzte chemische Verbindung. Verbrannte das Metall, so entwich des Phlogiston und der Kalk blieb zurück. Aber schon im 17. Jahrhundert hatte Du Clos beobachtet, daß Antimon, wenn es in der Hitzeregion eines Brennspiegels verbrannt wird, einen Kalk erzeugt, der um ein Zehntel seines Gewichtes schwerer ist als das Metall. Auch beim Verkalken von Blei und Zinn hatte man schon längst eine Gewichtszunahme beobachtet. Wenn nun die Metalle aus Metallkalken + Phlogiston bestanden und sie somit beim Verkalken einen Bestandteil verlieren, wie konnte ein Metallkalk schwerer sein als das Metall, aus dem es entstand? Das hätte die Phlogistontheorie schon längst stürzen müssen, aber man hielt sie noch eine Zeitlang durch die Annahme über Wasser, daß das Phlogiston negative Schwere besitze. Auch Arnold kommt 1755 in der oben erwähnten Abhandlung zu dem Resultate, daß man am besten bei der Annahme bliebe, das Feuer wäre eine besondere Materie.

Im Jahre 1772 übergab Antoine Laurent Lavoisier (1743—1794) der französischen Akademie der Wissenschaften eine versiegelte Mitteilung, in der er die Gewichtszunahme der Metalle beim Verkalken allgemeiner feststellte und zugleich den Nachweis erbrachte, daß auch Schwefel und Phosphor schwerer werden, wenn sie verbrennen. Zugleich teilte er mit, daß diese Gewichtszunahme stets von der Absorption einer gewissen Menge Luft begleitet wäre. Als dann der, 1771 von Priestley und Scheele entdeckte, Sauerstoff mehr und mehr bekannt und festgestellt wurde, daß er auch in der Luft vorhanden ist, da begannen die

[1]) S. 51.

Nebel vor Lavoisiers Augen zu weichen, und es entstanden die ersten Umrisse seiner bahnbrechenden Theorie. 1777 stellte er seine Ansichten noch als wahrscheinlicher hin wie die der Phlogistiker. Als er aber ca. 1783 erkannt hatte, daß das Wasser ein zusammengesetzter und aus Sauerstoff und Wasserstoff bestehender Körper ist, da trat er in entschiedenem Gegensatz zur herrschenden Theorie[1]) und entwickelte auf ganz anderer Grundlage mit weiten herrlichen Perspektiven seine neue Lehre: Es gibt kein Phlogiston. Die Metalle sind die einfachen, die Metallkalke die zusammengesetzten Körper. Die Verkalkung der



Johann Tobias Mayer (1752—1830).

Metalle, die Verbrennung von Schwefel und Phosphor sind chemische Vorgänge, bei denen sich die Elemente mit Sauerstoff verbinden u. s. w. u. s. w.

In Erlangen lebte damals Johann Tobias Mayer als Professor für Physik und Mathematik. Bei seinen Studien über die Natur des Wärmestoffes wurde er auf Lavoisiers Lehre aufmerksam und war bereits 1788 nicht nur ein Anhänger, sondern ein Vorkämpfer der antiphlogistischen Theorie.

Als Sohn jenes großen Astronomen, der sich durch seine Mondtafeln unsterblichen Ruhm erwarb, ward Johann Tobias

[1]) Oeuvres Teil II, S. 623. 1786.

Mayer am 5. Mai 1752 zu Göttingen geboren. Nachdem er Gymnasium und Universität seiner Vaterstadt absolviert hatte, habilitierte er sich daselbst im Jahre 1773. Sieben Jahre später folgte er einem Ruf als ordentlicher Professor für Physik und Naturwissenschaften nach Altdorf und ging 1786 mit dem Titel eines Hofrats als Ordinarius für Physik und Mathematik nach Erlangen, wo er in der philosophischen Fakultät lehrte. 1799 ernannte ihn die Universität Göttingen zum Professor der Physik und J. T. Mayer wirkte in seiner Vaterstadt bis zu seinem Lebensende am 30. Nov. 1830. Martius[1]) schildert ihn uns als einen Mann, der bei großer Gelehrsamkeit und strengster Gewissenhaftigkeit von sanftestem Charakter war. Mit größter Bereitwilligkeit kam er jedem wissenschaftlichen Zweifel entgegen, und seine Entwickelungen waren ebenso gründlich wie faßlich. Gelegentlich faßte er seine wissenschaftliche Denkart in den Worten: Vere scire est per causas scire zusammen.

Man dachte sich damals die Wärme als ein feines elastisches Fluidum und machte sich über die Art, wie sie in die Körper eindringen könne, besonders zwei Vorstellungen. Nach der einen wurde der Wärmestoff mechanisch von der Materie aufgenommen, quasi gelöst, nach der anderen ging er eine chemische Verbindung mit ihr ein. Letzteres war aber im Grunde nichts anderes als die Phlogistontheorie. Lange hatte Mayer sich vergeblich bemüht, das Phlogiston zu isolieren oder wenigstens Anzeichen für seine Existenz zu finden, da wurde er auf Lavoisiers Ansichten aufmerksam, die ihm auf ganz anderem Boden eine viel plausibelere Erklärung chemischer Vorgänge zu geben schienen. Doch war er ein viel zu exakter Naturforscher, als daß er die neue Theorie ohne experimentelle Prüfung aufgenommen hätte. Im Laboratorium der Erlanger Hofapotheke unter Assistenz des Studiosus der Pharmazie E. W. Martius stellte er im Jahre 1788 Sauerstoff aus Quecksilberoxyd dar und führte genaue Gewichtsbestimmungen über das Verhältnis von Metall zum Gase aus. Alle Resultate bestätigten Lavoisiers Theorie, und um die Zuverlässigkeit gewissermaßen amtlich zu dokumentieren, wurden die Ergebnisse protokollarisch aufgenommen, von Martius mitunterzeichnet

[1]) A. a. O., S. 111.

und in der damaligen Erlanger gelehrten Zeitung veröffentlicht. So ist in dem Laboratorium der Hofapotheke das Licht der Lavoisierschen Lehre für Erlangen aufgegangen.

Mayer aber verfolgte im Anschluß an seine Untersuchungen über den Wärmestoff die Sache weiter und ward bald nicht nur völliger Anhänger, sondern auch eifriger und wirksamer Vorkämpfer der neuen Lehre. Die Ansicht von der möglichen negativen Schwere des Phlogistons widerlegte er 1790 so gründlich[1]), daß Gren, der sie ihm entgegengehalten hatte, von ihrer Unhaltbarkeit überzeugt wurde. In seinem trefflichen Buche „Über die Gesetze und Modifikationen des Wärmestoffes“[2]) legte Mayer 1791, auf ein ziemlich umfangreiches Material gestützt, die Bedeutung von Lavoisiers Theorie für Physik und Chemie in überzeugender Weise klar, und ich möchte es nicht unterlassen, einen Teil des Vorworts hier mitzuteilen: „daß ich ein Antiphlogistiker bin, wird aus dem, was ich gelegentlich über Lavoisiers Theorie beygebracht habe, erhellen. Man wird mir wohl zutrauen, daß ich es nicht deswegen bin, weil Lavoisers System neu ist, und jetzt Aufsehen erregt. Ich würde sehr gerne die alte Lehre beibehalten, wenn man mir einen einzigen, unzweydeutigen und völlig entscheidenden Versuch über die Existenz des Phlogistons anführen, oder mir beweisen könnte, daß durch dieses Prinzip die Erscheinungen leichter erklärt würden als durch Lavoisiers System. Allein je mehr ich die so häufig angegebenen scheinbaren Gründe für das Phlogiston analysiere, desto weniger finde ich sie befriedigend, die neue Lehre hingegen immer einfacher und schöner.“

Diese Worte wurden 1791 gedruckt, nachdem Lavoisier 1786 den Kampf gegen die Phlogistontheorie energisch eingeleitet hatte. Wer mag da noch behaupten, daß die neue Lehre sich in Deutschland nur langsam oder gar durch nationalen Widerwillen gehemmt Eingang verschafft habe? Diesen Vorwurf hat unser leider so früh verstorbener Georg W. A. Kahlbaum in Gemeinschaft mit A. Hoffmann bereits im 1. Bande seiner „Monographien aus der Geschichte der Chemie“ (1897)[3])

[1]) a. a. O.

[2]) Erlangen 1791.

[3]) Die Einführung der Lavoisierschen Theorie im besonderen in Deutschland. Leipzig 1897.

an der Hand vieler Belege zurückgewiesen. Beachtung und im ganzen durchaus objektive Beurteilung haben Lavoisiers Untersuchungen von vorne herein in Deutschland gefunden. Daß die Ansichten über ihren Wert geteilte waren, ist eine durchaus natürliche Erscheinung, die sich in ähnlicher Weise auch in anderen Ländern vollzog. Wenn die Chemie auf vielen deutschen Hochschulen noch längere Zeit nach dem alten System gelehrt wurde, so lag das wohl hauptsächlich daran, daß sie ein Anhängsel der Medizin war. Oft folgte der Professor, der sie las, ihren Fortschritten nur oberflächlich oder gar nicht, weil medizinische Vorlesungen und die Weiterentwickelung der Heilkunde seine Kräfte in erster Linie erforderten. Die auf der Höhe unserer Wissenschaft stehenden Fachleute aber diskutierten die Ideen Lavoisiers meist schon bald nach ihrem Erscheinen. Von vergeblichen Versuchen abgesehen, die alte und neue Theorie miteinander zu verschmelzen, erstanden dem antiphlogistischen System in Deutschland neben unbedingten Gegnern nicht nur überzeugte Anhänger, sondern direkte Vorkämpfer. Als ersten nennen Kahlbaum und Hoffmann[1]) den damaligen Berliner Chemiker Hermbstädt, weil er sich 1789 öffentlich zu Lavoisiers Lehre bekannte. Jetzt wissen wir, daß unser damaliger Professor für Physik bereits ein Jahr früher das neue System in einer gedruckten Abhandlung öffentlich empfahl[2]). Johann Tobias Mayer in Erlangen war somit der erste deutsche Apostel der Lavoisierschen Lehre. Das bleibt ein leuchtendes Ruhmesblatt in seinem Forscherleben und wirft einen Abglanz auch auf unsere Hochschule. Denn weit früher als an den meisten Universitäten, vielleicht zu allererst in Deutschland ward dadurch von unseren Kathedern jene Theorie verkündigt, die das quantitative Zeitalter in der Chemie einleitete und die Grundlagen schuf, auf denen wir heute noch stehen. Freilich nicht der berufene Professor für Chemie, der Mediziner Delius, sondern der Physiker (damals schon Mitglied der philosophischen Fakultät) gab auch bei uns den Anstoß zum Fortschritt. Delius hatte

---

[1]) A. a. O., S. 93.

[2]) Martius a. a. O., S. 111.

von Mayers Versuchen und Folgerungen Kenntnis erhalten, aber er war schon zu alt, um seine Ansichten zu ändern. Als Martius ihm in seinem pharmazeutischen Examen 1791 die antiphlogistischen Ansichten entwickelte, da widersprach er zwar nicht, doch schien es, als ob er im Stillen über diese wissenschaftlichen Neuerungen die Achseln zuckte. Er blieb Phlogistiker und lehrte die Chemie in diesem Sinne bis an sein Lebensende im Herbste 1791.

Aber mit dem alten Delius ward auch die alte Chemie in Erlangen zu Grabe getragen. In die chemischen Vorlesungen teilten sich interimistisch die Professoren Wendt und Schreber, jener die Materia medica, dieser die Experimentalchemie übernehmend.

Johann Christian Daniel von Schreber (1729—1810) war noch ein Schüler Linnés und nicht wenig stolz darauf. Durch umfassende Gelehrsamkeit und viele Schriften hatte er bereits den Namen eines berühmten Naturforschers erlangt und wurde auch Delius' Nachfolger als Präsident der kaiserlichen Akademie. Nun fühlte er sich als Fürst der Erlanger Gelehrten, und in den letzten Jahren seines Lebens sah man die hohe, hagere Gestalt meist in langem, scharlachrotem, mit weißem Pelz verbrämtem Mantel gravitätisch einhergehen. Überall genoß er großes Ansehen, und ehrerbietig sich verneigend trat Alt und Jung beiseite, wenn Schreber vorüberging[1]). Jenes einsame Denkmal im oberen Teile des Schloßgartens, dem botanischen Garten gegenüber, hält das Andenken an diesen Mann aufrecht. Seine Hauptverdienste lagen auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften, und da hat er Großes geleistet. Der erste größere botanische Garten unserer Universität erstand aus seiner Initiative vor dem Nürnberger Tor und ward von ihm durch seltene ausländische Pflanzen bereichert. Seine Sammlungen aber waren durch seltene und wertvolle Exemplare berühmt und wurden nach seinem Tode vom bayerischen Staat für die Akademie der Wissenschaften angekauft.

Während Schreber in Botanik, Zoologie und Mineralogie auch bedeutende praktische Kenntnisse hatte, gingen ihm diese in der Chemie völlig ab[2]). Ja, er sah mit der Verachtung

[1]) Martius a. a. O.

[2]) Martius a. a. O., S. 144.

eines Aristokraten auf so schmutzige Dinge wie chemische Reagentien herab, und auch während seiner chemischen Vorlesungen nahm er nie einen Tiegel oder eine Retorte selbst in die Hand. Er hatte diese Disziplin auch nur unter der Bedingung übernommen, daß Martius als sein Famulus den praktischen Teil derselben besorgte. Aber sein ewiges Verdienst bleibt es, daß er in Erlangen bereits 1792 die Chemie im Sinne der Lavoisierschen Theorie lehrte[1]).



Georg Friedrich Hildebrandt (1764—1816).

Inzwischen hatte man sich nach einem neuen Professor für Chemie umgesehen, und die medizinische Fakultät berief im Jahre 1793 Georg Friedrich Hildebrandt auf den verwaisten Lehrstuhl. Geboren am 5. Juni 1764 in Hannover, besuchte er nach gründlicher Schulbildung im 16. Lebensjahre die Universität Göttingen, um Naturwissenschaften und Medizin zu studieren. Nach seiner Promotion im Jahre 1783 vervollständigte er seine Studien in Berlin und wurde 1786 an das Collegium Carolinum nach Braunschweig berufen. Hier lehrte er vorzugsweise Anatomie, beschäftigte sich aber auch viel mit Chemie. In einer Studie über das Quecksilber, die 1792

[1]) Ebenda 145.

als Monographie[1]) erschien, berücksichtigte er auch Lavoisiers Lehren und gab in ihr sowohl, als auch in Crells Annalen[2]) eine vergleichende Übersicht der alten und neuen Theorie, ohne sich zunächst zugunsten der einen oder anderen zu entscheiden. Aber bereits ein Jahr nach seiner Berufung nach Erlangen ist er, wohl infolge seines Verkehrs mit Mayer, überzeugter Anhänger von Lavoisiers Lehre, und seine „Anfangsgründe der Chemie“[3]) sind in diesem Sinne geschrieben. Er las auch wohl von vornherein die Experimentalchemie in Erlangen nach dem neuen System und lehrte im Wintersemester den anorganischen, im Sommersemester den organischen Teil. Als Professor der Heilkunde kündigte er seine chemischen Vorlesungen in der entsprechenden Rubrik des Lektionskatalogs an. Als man ihn aber mit Rücksicht auf seine Überzeugung, daß die Chemie eigentlich zur philosophischen Fakultät gehöre[4]), 1796 auch in diese einreihte, da nahm er unsere Wissenschaft, die schon längst nur noch ganz lose mit der Heilkunde zusammenhing, aus der medizinischen Hecke heraus und verpflanzte sie in den Garten der philosophischen Fakultät, wo sie als Einzelindividuum sich frei entfalten konnte. Das wollen wir unserem Hildebrandt nie vergessen, denn er leitete damit einen Fortschritt ein, der an anderen Orten erst viel später erfolgte. Noch Liebig berichtet aus seiner Studentenzeit (ca. 1820), daß die Chemie damals an den meisten Universitäten in der Regel von einem Professor der Medizin neben einer ganzen Anzahl anderer Fächer gelehrt wurde[5]). In der medizinischen Fakultät dozierte Hildebrandt besonders Anatomie und Physiologie, in der philosophischen zuerst Chemie, später, nach Mayers Berufung nach Göttingen, auch Physik. Das Schwergewicht seiner Tätigkeit in unserer Wissenschaft blieb freilich auf der literarischen

---

[1]) Chemische und mineralogische Geschichte des Quecksilbers. 1792.

[2]) Crells Ann. I, 536. 1793.

[3]) Erlangen 1794.

[4]) Vgl. Selbstbiographie in Chr. W. Bocks „Sammlung von Bildnissen gelehrter Männer und Künstler, nebst kurzen Biographien derselben“. Bd. 2. „Im Jahre 1796 erhielt er wegen der eigentlich zur philosophischen Fakultät gehörenden Chemie die Bestellung zum Professor der Philosophie und namentlich der Chemie“.

[5]) Liebigs Eigenhändige biograph. Aufzeichnungen. Ber. 23, 821.

Seite, vermutlich deshalb, weil das damalige chemische Universitätslaboratorium nur ungenügend eingerichtet war. Hier war und blieb er stets ein Fortschrittler, denn auch die Atomtheorie hat er bald nach ihrem Entstehen in seinen Lehrgang aufgenommen.

Unter Hildebrandt habilitierte sich der erste Privatdozent für Chemie im Jahre 1814, nämlich Karl Gustav Christian Bischof.

Hildebrandt war von hoher imposanter Gestalt mit blassem Antlitz, auf das sich nur selten ein Lächeln verlor. Nie ging ein unwahres Wort über seine Lippen, und selten versprach er sich. Nur im Eifer für Wahrheit und Recht konnte er manchmal seine gravitätische Ruhe verlieren, und stets hielt er auf strenge Pflichterfüllung. Dabei war er ein edler Menschenfreund. Um seinem Lehrberufe ganz leben zu können, wollte er keine ärztliche Praxis ausüben. Sobald man aber seine Humanität anrief, gab er nach und opferte viele Stunden am Krankenbette. Dann holte er in schwerer Nachtarbeit die versäumten Studien nach, und das untergrub seine Gesundheit. Am 23. März 1816 starb der edle Mann und wurde noch lange von seinen Freunden betrauert[1]).

Interimistisch teilten sich nun J. S. C. Schweigger und Bischof in Hildebrandts Vorlesungen, bis beide rasch hintereinander wegberufen wurden. Inzwischen war unsere Universität durch die Fürsorge des bayerischen Staates so mächtig aufgeblüht, daß man den Mann berufen konnte, der nach Liebigs Ausspruch[2]) damals „als der berühmteste Chemiker galt“. In der Tat stand Karl Friedrich Wilhelm Kastner in jenen Jahren im Zenith seines Ruhmes. Als Sohn eines Predigers und Lehrers am 13. Okt. 1783 zu Greifenberg in Pommern geboren, erhielt er den ersten Unterricht von seiner hochgebildeten Mutter. 1792 wurde der Vater nach Swinemünde auf der Insel Usedom versetzt. Schon früh erwachte in dem Knaben eine Vorliebe für die Gegenstände der Natur, und eifrig sammelte er in seinen Kinderjahren alles, was die Umgebung seines Wohnortes ihm in dieser Hinsicht bot. Besonders aber zog ihn die Apotheke an, und in freundschaftlichem Verkehr mit den Gehilfen lernte er bald chemische Operationen kennen.

---

[1]) **Martius** a. a. O., S. 154.

[2]) Eigenhändige biographische Aufzeichnungen. Berichte 23, 820.

Sein Eifer in diesen Dingen bewirkte es, daß er nach seiner Konfirmation 1798 als Lehrling in die Apotheke eintreten durfte, und auch jetzt suchte er in den Mußestunden seine Kenntnisse zu verallgemeinern und zu vertiefen. Bald hatte er Beziehungen zu allen gelehrten Ärzten der Umgebung und erhielt so Gelegenheit, mit einer Elektrisiermaschine und anderen physikalischen Apparaten zu experimentieren. Eine Analyse des Ostseewassers, die er in seiner freien Zeit ausgeführt hatte, ward in Tromsdorffs Journal für Pharmazie aufgenommen und öffnete ihm den Weg in die Welt. Bald engagierte ihn der Apotheker Flittner in Berlin als Gehilfen, und in der freien Zeit, die ihm diese Stellung ließ, finden wir den aufstrebenden Jüngling in den Hörsälen der Berliner Universität. Im Sommer 1802 trat er in die Dienste eines Industriellen und begab sich, als dieser Bankerott gemacht hatte, auf die Wanderschaft. Unter zeitweiligem Aufenthalt in Neustadt bei Stolpe, Freiberg, Chemnitz und Altenburg kam er 1804 nach Jena und sah sich durch ein unerwartet verweigertes Familienstipendium aller Mittel entblößt. Frisch griff er zur Selbsthilfe, gab Privatstunden und hörte wieder Vorlesungen an der Universität. Seine privaten Vorträge gefielen den Studierenden so gut, daß sie ihn aufforderten sich zu habilitieren, was ihm freilich erst nach Überwindung mancher Hindernisse gelang. Viele Schriften über naturwissenschaftliche und chemische Dinge machten ihn bald so bekannt, daß er 1805 als außerordentlicher Professor nach Heidelberg berufen wurde. Kastner war Polyhistor auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und beherrschte außer Chemie und Physik auch Botanik, Mineralogie, Geologie u. a. Besonderer Beliebtheit erfreuten sich seine Vorlesungen über allgemeine Naturwissenschaft, und sie verschafften ihm einen bedeutenden Ruf als akademischer Lehrer. So ward er 1812 als ordentlicher Professor für Physik und Chemie nach Halle und 1818 in gleicher Eigenschaft nach Bonn berufen. 1820 suchte ihn die Universität Erlangen zu gewinnen, und wie bedeutend damals sein Ruf gewesen sein muß, das beweist uns u. a. eine Bemerkung im Tagebuch des Dichters Platen, der damals in Erlangen studierte und viel in Professorenkreisen verkehrte. „Wir sollen Kastner als Physiker und Porson als Botaniker und dabei noch einen berühmten Historiker bekommen.

Unsere Hochschule ist dann ohne Zweifel die vorzüglichste in Deutschland, wenigstens an Geist und Genialität“. Kastner nahm den Ruf an, zumal ihm hier eine bessere und reichhaltigere Apparatur für sein Lehrfach in Aussicht gestellt war und begann — gleichzeitig mit dem Philosophen Schelling — im S.S. 1821 seine Lehrtätigkeit an unserer Universität. Außer Experimentalchemie und -physik trug er über Enzyklopädie der Naturwissenschaft, Meteorologie u. a. vor. Auch bei ihm blieb der Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Tätigkeit auf der literarischen Seite. Er hat eine große Anzahl von Büchern über die verschiedensten Gegenstände geschrieben und mehrere Zeitschriften herausgegeben. Am 13. Juli 1857 ist er in Erlangen gestorben.

Mit Kastner war 1821 ein junger Student namens Justus Liebig nach Erlangen gekommen. Der hatte sich schon als Gymnasiast und Apothekerlehrling viel mit Chemie beschäftigt und war wegen seiner unzeitigen Experimente mit Knallquecksilber aus Schule und Apotheke hinausgeflogen. Endlich war es ihm geglückt, die Mittel für ein ernsthaftes Studium seiner geliebten Wissenschaft zu finden, und auch ihn hatte der bedeutende Ruf Kastners veranlaßt nach Bonn zu gehen, um ihn zu hören. Als Kastner dann dem strebsamen Jüngling versprach, ihm in seinem neuen Wirkungskreis das heiß ersehnte Mysterium der chemischen Analyse zu erschließen, folgte er dem Lehrer und ward am 12. Mai 1821 hier in Erlangen immatrikuliert[1]). Liebig hat sein Urteil über Kastner in seinen eigenhändigen biographischen Aufzeichnungen in den folgenden Worten zusammengefaßt. „Kastners Vortrag war ungeordnet, unlogisch und ganz wie die Trödelbude voll Wissen beschaffen, die ich in meinem Kopfe herumtrug. Die Beziehungen, die er zwischen den Erscheinungen auffand, waren etwa nach folgendem Muster: Der Einfluß des Mondes auf den Regen sei klar, denn sobald der Mond sichtbar sei, hörten die Gewitter auf. — Daß man den Mond sieht, wenn die Gewitterwolken verschwunden sind, das war eine zu plumpe Erklärung für einen geistreichen Vortrag“. Wenn man in Kastners Schriften liest, muß man Liebig recht geben. Eine so schwülstige, in langen,

[1]) Vgl. F. Henrich Aus Justus Liebigs Lehr- und Wanderjahren. Sitzungsberichte der physik.-med. Sozietät in Erlangen 1903, S. 124.

verschaftelten Perioden sich bewegende und dadurch unklare Sprache konnte unmöglich einem kenntnisreichen, klaren Kopfe imponieren. Auch von den wissenschaftlichen Leistungen Kastners hat keine dauernde Spuren hinterlassen. — Wie kommt es nun, daß die meisten Zeitgenossen so hoch und Liebig so gering von dem akademischen Lehrer Kastner sprechen? Ich glaube die Lösung dieses Zwiespaltes in den Worten des Dichters „... der Vortrag macht des Meisters Glück“ zu finden. Schon in der allerersten Zeit seiner akademischen Lehrtätigkeit gewöhnte sich Kastner daran, vollkommen frei zu sprechen, und daß man aus dem weiten Reiche der Natur die mannigfachsten Farben wählen kann, um einer Anzahl meist uneingeweihter junger Leute ein farbenprächtiges Gemälde aufzuführen, das ist ohne weiteres begreiflich, besonders wenn mit den kräftigen Pinselstrichen eines begeisterten Pathos untermalt wird. Kastners „durchaus freier Vortrag war hinreißend, kraft der edlen Begeisterung, mit welcher er für Wissenschaft und Lehramt erfüllt war“, so heißt es in einem seiner Nekrologe, und die meisten anderen betonen mit ähnlichen Worten das gleiche. Der Redner Kastner also und weit weniger der Gelehrte verdient das Lob der Zeitgenossen, und es ist charakteristisch für den damaligen Tiefstand unserer Wissenschaft in Deutschland, daß Kastner als der bedeutendste deutsche Chemiker jener Zeit gelten konnte. So hat denn Liebig auch die Analyse bei Kastner nicht lernen können, weil dieser selbst das Gebiet nur unvollkommen beherrschte, und ohne Zweifel beziehen sich die so oft zitierten Worte aus den eigenhändigen biographischen Aufzeichnungen auf das damalige Erlanger chemische Universitätslaboratorium: „was man so nannte, waren eher Küchen, angefüllt mit allerlei Öfen und Gerätschaften zur Ausführung metallurgischer und pharmazeutischer Prozesse“.

In dem Jahre, wo ein auf der Höhe der Zeit stehendes chemisches Unterrichtslaboratorium — die sogen. Gorup-Kapelle — in Erlangen eingeweiht wurde, starb Kastner.

Gleichzeitig mit Liebig saß auch der berühmte ehemalige Basler Chemiker Schönbein in Kastners Hörsaal. Aber beide wurden — obwohl nicht miteinander verkehrend — weit mehr von dem Philosophen Schelling angezogen. Liebig lernte erst in Paris sachgemäß analysieren und ward bald in die Lage

gesetzt[1]), jene reformatorische Tätigkeit auf dem Gebiete der Chemie zu entfalten, die zu einem kolossalen Aufschwung unserer Wissenschaft in Deutschland und der organischen Chemie überhaupt führte. So mögen die Verhältnisse an unserer Universität als typisches Beispiel für den damaligen Tiefstand der Chemie in Deutschland mit den Anstoß zur Reform gegeben haben.

Auf Kastner folgte von 1857—1878 Eugen Freiherr von Gorup-Besanez. Nach dessen Tode ward Jakob Volhard an erster, Viktor Meyer an zweiter Stelle vorgeschlagen. Ersterer nahm an und wirkte von 1779—1882 an unserer Universität, um dann nach Halle überzusiedeln. Nun gelang es, Emil Fischer als Ordinarius für allgemeine Chemie zu gewinnen, der von 1882—1885 hier tätig war. Seitdem hat Otto Fischer den Lehrstuhl inne. —

Damit sind wir über die niedergelegten alten Stadtmauern, in raschem Schritte die neueren Stadtteile durchschreitend, zur Peripherie zurückgekehrt. Hier herrscht so unendliches Leben und gewaltiger Fortschritt, daß uns die alten Verhältnisse als überaus einfach und unbegreiflich beschränkt erscheinen müssen. Das hat viele der jüngeren Generation veranlaßt, mit Geringschätzung auf unsere Vorfahren herabzusehen. Meines Erachtens sehr mit Unrecht, denn unsere Vorgänger wucherten im Durchschnitt mit ihrem überlieferten geistigen Pfündchen nicht weniger als wir mit unserem Pfunde. Die Wissenschaft hat vielmehr seitdem einen gewaltigen Aufschwung genommen. In Maximis und Minimis sich bewegend, nahm die Wellenlinie ihrer Entwickelung stets einen mächtig aufsteigenden Verlauf und ist erst im Laufe langer Zeit zu der bedeutenden Höhe gelangt, auf der wir heute stehen. Wir wollen die Höhe behaupten und auf soliden Fundamenten weiterstreben. Um diese aber ganz kennen zu lernen und richtig zu würdigen, ist es rätlich, in den Mußestunden auf niedere Punkte der Entwickelungslinie herabzusteigen, und da wird man außer reichlicher Belehrung auch stets das finden, was Goethe in die Worte kleidete:

„— — — es ist ein groß Ergetzen,
Sich in den Geist der Zeiten zu versetzen,
Zu schauen, wie vor uns ein weiser Mann gedacht,
Und wie wir's dann zuletzt so herrlich weit gebracht.“

[1]) Vgl. F. Henrich a. a. O.

Studien über Derivate des Palladosammins.

Von A. Gutbier und A. Krell.

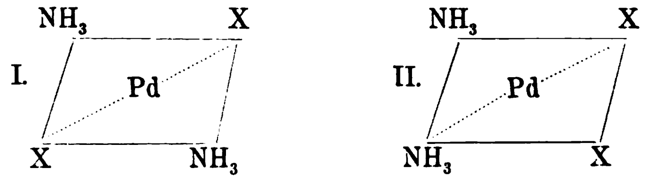
Aus dem chemischen Laboratorium der Universität Erlangen.

Vorgetragen in der Sitzung vom 13. Dezember 1905 von A. Gutbier.

Wie die Platinsalze, so geben auch die des Palladiums mit Ammoniak zahlreiche, gut charakterisierte Verbindungen, welche als Salze der Palladiumbasen (Ammine) aufgefaßt werden müssen und analog den Platinbasen konstituiert sind. Im Gegensatz zu den zahlreichen verschiedenen Platinbasen kennt man jedoch vom Palladium bisher nur zwei Klassen derartiger Verbindungen, nämlich solche, die im Molekül zwei Moleküle Ammoniak, und solche, die im Molekül vier Moleküle Ammoniak enthalten. Letztere nennt man Palladodiammine und formuliert sie $Pd[NH_3]_4X_2$, die ersteren, mit denen wir uns hier weiter beschäftigen wollen, Palladosammine, $Pd[NH_3]_2X_2$.

Die hierher gehörigen Verbindungen sind von Fehling[1]), Kane[2]), besonders aber von H. Müller[3]) näher untersucht worden.

Nach der heute geltenden Wernerschen Koordinationslehre und Auffassung über die Konfiguration der Basen kommt den Salzen des Palladosammins die Strukturformel I zu.



Versuche, das Strukturisomere von der Formel II zu isolieren, sind uns, wie wir hier kurz erwähnen möchten, bisher noch nicht gelungen.

---

[1]) Gmelin-Kraut 3, 1235 ff.

[2]) Ebenda.

[3]) Lieb. Ann. 86, 341.

Nun ist es eine längstbekannte Tatsache, daß wässriges Ammoniak mit den Palladohalogeniden in verschiedener Weise zu reagieren imstande ist.

Versetzt man überschüssiges konzentriertes Ammoniak nach und nach mit der Lösung eines Palladohalogenides — wir wollen hier die Verhältnisse beim Palladochlorid schildern und bemerken, daß die gleichen Verhältnisse natürlich auch beim Bromid und Jodid auftreten —, so erhält man eine farblose bis schwach gelbgefärbte Lösung, in welcher das bisher in reinem Zustande noch nicht isolierte Palladodiamminchlorid $Pd[NH_3]_4Cl_2$ unbedingt angenommen werden muß, und aus welcher sich sowohl beim freiwilligen Verdunsten als auch beim Eindampfen als auch schließlich auf Zusatz von konzentrierter Salzsäure das Palladosamminchlorid nach den Gleichungen:

$$Pd[NH_3]_4Cl_2 = Pd[NH_3]_2Cl_2 + 2\,NH_3$$

$$\text{und } Pd[NH_3]_4Cl + 2\,HCl = Pd[NH_3]_2Cl_2 + 2\,NH_4Cl$$

in gelbgefärbten, kristallinischen Blättchen abscheidet. Verfährt man aber umgekehrt so, daß man eine mäßig konzentrierte Lösung von Palladochlorid mit Ammoniak versetzt, so beobachtet man, daß ein zunächst entstehender braungefärbter Niederschlag sich nach und nach über braungelb, gelbrot, in einen schließlich rosenrot gefärbten, aus feinen verfilzten Nadeln bestehenden Niederschlag verwandelt, welcher dieselbe prozentuale Zusammensetzung hat wie das Palladosamminchlorid, und welchen man als Vauquelinsches Salz bezeichnet.

Während H. Müller[1]) angenommen hat, daß diese Verbindung als eine Aneinanderlagerung von Palladochlorid mit zwei Molekülen Ammoniak $PdCl_2\,2\,NH_3$ aufzufassen sei, hat Jörgensen[2]) auf Grund der Reaktionen erkannt, daß dieses Salz entsprechend dem grünen Platinsalz von Magnus als eine Verbindung von Palladodiamminchlorid mit Palladochlorid aufzufassen und demnach als $Pd[NH_3]_4Cl_2 \cdot PdCl_2$ zu formulieren ist.

Wir haben zunächst unser Hauptaugenmerk darauf gerichtet, die Konstitution dieser roten Verbindung einwandsfrei nachzuweisen, und zu diesem Zwecke eine große Reihe von Ver-

---

[1]) Lieb. Ann. 85, 341.

[2]) Ausführliches siehe bei Gmelin-Kraut, a. a. O.

suchen angestellt, aus denen hervorgeht, daß die Ansicht Jörgensens richtig ist, und daß die von ihm beschriebenen Reaktionen den Tatsachen entsprechen.

In vielfacher Übereinstimmung mit den älteren Forschern zeigen unsere Beobachtungen, daß das Palladodiamminchlorid-Palladochlorid sich auf manche Weise in Palladosamminchlorid verwandeln läßt[1]):

1. Erhitzt man das Produkt an der Luft oder in einem indifferenten Gase auf ungefähr 200°, so färbt es sich gelb und stellt dann Palladosamminchlorid dar.

2. Wäscht man das Produkt andauernd mit kaltem Wasser aus, so wird es, ohne daß eine tiefergehende Zersetzung beobachtet werden könnte, gelöst. Aus dem Filtrat scheiden sich beim Einengen die bekannten gelbgefärbten Blättchen des Palladosamminchlorides ab.

3. Viel energischer und einfacher läßt sich diese Umwandlung dadurch bewirken, daß man das Salz in heißem Wasser löst; unter diesen Bedingungen scheidet sich sofort aus dem Filtrat Palladosamminchlorid ab, während auf dem Filter eine geringe Menge eines braungefärbten Rückstandes bleibt.

Auf Grund dieser drei Versuche steht der Annahme, daß die Umwandlung des Produktes in Palladosamminchlorid durch Wärme oder Wasser nach folgender einfacher Reaktion:

$$Pd[NH_3]_4Cl_2 \cdot PdCl_2 = 2\,Pd[NH_3]_2Cl_2$$

verlaufe, nichts im Wege.

Aber auch noch andere Reaktionen weisen darauf hin, daß die rote Verbindung das Polymere des Palladosamminchlorides ist, wie aus folgenden Angaben hervorgeht:

4. Das Produkt löst sich am besten in feuchtem, schwerer in trockenem Zustande in überschüssigem Ammoniak und verwandelt sich dabei in das oben erwähnte Palladodiamminchlorid, denn diese Lösung scheidet beim Einengen oder beim Zusetzen von konzentrierter Salzsäure das gelbe Palladosamminchlorid ab.

5. Der auffälligste Beweis für die Konstitution des roten Produktes ist unserer Ansicht nach aber der, daß das Pallado-

[1]) Die analytischen Belege finden sich in der Dissertation von A. Krell. Erlangen (Junge & Sohn) 1906.

diamminchlorid-Palladochlorid stets gebildet wird, wenn man die Lösung des Palladodiamminchlorides mit Palladochlorid versetzt. Die sich hierbei abspielende einfache Reaktion:

$$Pd[NH_3]_4Cl_2 + PdCl_2 = Pd[NH_3]_4Cl_2 \cdot PdCl_2$$

erklärt die Bildung des Vauquelinschen Salzes in einwandfreier Weise.

Nachdem wir uns nun zunächst mit den einfachsten Palladiumbasen befaßt hatten, erschien es von großem Interesse, nachzusehen, ob nicht auch die organischen Amine als Derivate das Ammoniaks gleiche Reaktionen wie die soeben beschriebenen zeigen würden. Unsere Erwartungen haben sich denn auch in der Folge durchaus bestätigt, soweit die Amine der Fettreihe in Betracht kommen. Wir untersuchten das Verhalten von Methylamin, Äthylamin, Propylamin und Isobutylamin gegen Palladohalogenide und fanden, daß sie Derivate des Vauquelinschen Salzes liefern, wenn wir soviel von der in ca. 33%iger Lösung vorliegenden Base zu der Palladohalogenidlösung tropfen ließen, daß letztere beinahe aufgebraucht war.

Auch in diesen Fällen konnten wir nachweisen, daß diese rosenrot gefärbten Produkte der allgemeinen Formel $Pd[R \cdot NH_2]X_2 \cdot PdX_2$ entsprechen, denn sie ließen sich 1. durch Erhitzen auf ca. 200°, 2. beim Einengen ihrer wässrigen Lösungen und 3. dadurch, daß man die Präparate in überschüssiger Base unter schwachem Erwärmen löste und die Lösung[1]) entweder konzentrierte oder mit der entsprechenden Halogenwasserstoffsäure versetzte, in Palladosamminderivate überführen. Auf diese Weise konnten wir direkt die Bromide und Chloride darstellen, welche schöngefärbte Kristalle bilden. Die Chloride sind hell-, die Bromide dunkelgelb gefärbt.

Bei unseren Versuchen, aus diesen Abkömmlingen des Palladochlorides und -bromides durch Schütteln mit feuchtem Silberoxyd die freien Palladiumbasen selbst darzustellen, gewannen wir gelbgefärbte Flüssigkeiten, aus denen die Basen zwar nicht in analysenreinem Zustande isoliert werden konnten, in denen

[1]) Aus der farblosen, bezw. schwach gelbgefärbten Lösung scheiden sich unter besonderen Umständen, wie wir fanden, farblose Kristalle ab, welche voraussichtlich die entsprechenden Derivate des Palladodiammins darstellen. Eine diesbezügliche Untersuchung ist im hiesigen Laboratorium bereits im Gange.

sie aber sicher vorhanden sind. Die Lösungen reagieren stark alkalisch, entwickeln beim Erwärmen mit Ammoniumsalzen Ammoniak und sind zur Salzbildung außerordentlich befähigt. Auf Zusatz von Chlor-, Brom- und Jodwasserstoffsäure scheiden sich die entsprechenden Palladosamminderivate ab. Auf solchem Wege haben wir die Jodide in Gestalt bräunlichgelb gefärbter Kristalle gewonnen.

Die sekundären Amine der Fettreihe reagieren mit den Palladohalogeniden in etwas anderer Weise. Die direkt entstehenden Niederschläge sind nicht rot, sondern gelbgefärbt. In überschüssiger Base löslich sind die Derivate des Dimethylamins, während die des Diäthylamins unlöslich sind. Sie nähern sich in ihren Eigenschaften den jetzt zu behandelnden aromatischen Palladosamminderivaten.

A. Gutbier[1]) hatte gefunden, daß bei der Einwirkung einer geringen Menge des Chlor- oder Bromhydrates des Anilins, der Toluidine und des Xylidins auf überschüssiges Palladohalogenid Doppelsalze und bei der Umkehrung der Reaktion Palladosamminderivate entstehen, welch letztere auch gewonnen werden, wenn man die Basis selbst auf die Palladohalogenidlösung einwirken läßt. Das Hauptunterscheidungsmerkmal zwischen diesen aromatischen und den vorher erwähnten aliphatischen Palladosamminderivaten besteht darin, daß die ersteren in überschüssiger Base nicht löslich, dafür aber aus verschiedenen organischen Lösungsmitteln umkristallisierbar sind.

Wir haben nun diese interessante Reaktion an verschiedenen typischen Aminen untersucht und zunächst gefunden, daß dieser Fall nicht mehr eintritt, wenn die aromatischen Amine in der Seitenkette alkyliert sind. In diesen Fällen haben wir die Palladosamminderivate als prächtig kristallisierende, hell gefärbte, im Überschuß der Base unlösliche, aber aus großen Mengen verdünnten Alkohols sehr schön kristallisierende Produkte erhalten:

1. durch Einwirkung einer alkoholischen Lösung der entsprechenden Base auf neutrale wässrige Lösungen von Chloro- und Bromopalladiten,

2. durch Erhitzen der wässrigen Lösungen der von überschüssiger Säure durch Auswaschen mit Wasser befreiten Doppelsalze und

[1]) Ber. 38, 2107.

3. dadurch, daß man auf eine überschüssige Menge der in Alkohol gelösten Base geringe Mengen der Palladohalogenidlösung einwirken läßt[1]).

Ganz besonders interessante und merkwürdige Resultate hatten wir bei den Versuchen, Phenylendiaminderivate des Palladosammins darzustellen, insofern zu verzeichnen, als wir fanden, daß o-Phenylendiaminchlorid resp. -bromid unter allen Umständen unter Bildung der Palladosamminderivate reagieren; diese letzteren sind so beständig, daß sie sich, ohne ihre Zusammensetzung zu ändern, aus der entsprechenden verdünnten Halogenwasserstoffsäure umkristallisieren lassen, eine Erscheinung, die bisher in keinem anderen Falle wieder konstatiert werden konnte.

Bei der weiteren Fortsetzung der Untersuchung haben wir schließlich das Verhalten der Palladohalogenide gegen Benzylamin, Dibenzylamin, Pyridin, α-Picolin und Chinolin studiert. Hier spielen sich ähnliche Reaktionen ab wie bei den alkylierten Anilinen. Als wir versuchten, in der oben beschriebenen Weise die hierher gehörigen Palladosamminderivate der letzteren Basen darzustellen, fanden wir eine neue interessante Tatsache: das Benzylamin zeigte in seinem Verhalten gegen neutrale wässrige Chloro- bezw. Bromopalladitlösungen dieselbe Reaktion wie ein aliphatisches Amin bezw. wie Ammoniak selbst. Zunächst bildet sich ein schwach rötlich gefärbter Niederschlag[2]), der sich in überschüssigem Benzylamin farblos auflöst. Aus dieser Lösung fällt die entsprechende Halogenwasserstoffsäure das gewünschte Palladosamminderivat aus.

Das Dibenzylamin verhielt sich dagegen wie die alkylierten Aniline, das Palladosamminderivat wurde nicht allein direkt durch Einwirkung der Base auf Chloro- oder Bromopalladitlösungen erhalten, sondern entstand auch, als wir eine geringe Menge der Palladitlösung mit überschüssigem Dibenzylamin reagieren ließen. Diese Produkte konnten aus Alkohol bequem umkristallisiert werden.

---

[1]) Es gelang nicht, Palladosamminderivate des Diäthylanilins rein darzustellen.

[2]) Wenngleich die Analysenresultate der rötlichgefärbten Zwischenprodukte bisher noch nicht die erhoffte Übereinstimmung mit den berechneten Zahlen aufweisen, zeigen sie uns doch, daß wir es hier mit Derivaten des Vauquelinschen Salzes zu tun haben.

Pyridin und α-Picolin bilden beim Vermischen mit Palladohalogenidlösungen gelb gefärbte Niederschläge, die sich in überschüssiger Base farblos lösen, und die aus einer derartigen Lösung durch die entsprechende Halogenwasserstoffsäure unverändert abgeschieden werden. Unsere Bemühungen, den von A. Rosenheim und Th. A. Maas[1]) bei der Einwirkung von Pyridin auf Palladochlorid erhaltenen, himbeerrot gefärbten Niederschlag, den die Genannten als eine dem Vauquelinschen Salze entsprechende Pyridinverbindung beschreiben, zu gewinnen, waren nicht von Erfolg gekrönt, und wir erhielten sowohl beim Pyridin wie bei α-Picolin die gelbgefärbten Produkte, die wir nie mit dem Vauquelinschen Salze vergleichen konnten. Es scheint, als ob beide Basen sofort Palladosamminderivate liefern.

Was schließlich noch das Verhalten des Chinolins gegen Palladohalogenide anbetrifft, so entstehen auch hier direkt Palladosamminderivate, die außerordentlich schwer löslich sind.

Als ganz besonders charakteristische Eigenschaft der beschriebenen organischen Derivate des Palladosammins hat das Verhalten gegen konzentriertes wässriges Ammoniak zu gelten: die Verbindungen werden von warmem Ammoniak zu farblosen Lösungen des Palladodiamminchlorids, -bromids resp. -jodids aufgenommen, indem Ammoniak an die Stelle der organischen Base tritt. Beim Kochen derartiger farbloser Lösungen wird die organische Base aus der Flüssigkeit, welche beim Erhitzen eine gelbe Farbe annimmt, quantitativ entfernt. Durch die entsprechende Halogenwasserstoffsäure wird dann aus derartigen, bis zum Verschwinden des Ammoniakgeruches erhitzten Lösungen das Palladosamminderivat in Gestalt der bekannten schwer löslichen Kristallmassen abgeschieden. Dieser Prozeß, welcher folgenden Gleichungen entspricht:

$$1.\ Pd[RNH_2]_2X_2 + 4\,NH_3 = Pd[NH_3]_4X_2 + 2\,RNH_2$$
$$2.\ Pd[NH_3]_4X_2 = Pd[NH_3]_2X_2 + 2\,NH_3$$

wurde in jedem Falle durchgeführt, und das erhaltene Palladosamminderivat wurde jedesmal analysiert[2]).

---

[1]) Z. f. anorg. Chem. 11 (1898), S. 331.

[2]) Die experimentellen Belege unserer gemeinschaftlichen Untersuchungen haben wir Ber. d. deutsch. chem. Ges. 38, S. 2105, 2107, 3869; 39, S. 616 und 1292, sowie Z. f. anorg. Chem. 46, S. 23 niedergelegt.

Über die innere Reibung von zähen und plastisch-festen Substanzen und die Grenzen des Poiseuilleschen Gesetzes.

Von Heinrich Glaser.

Aus dem physikalischen Institut der Universität Erlangen.

Nachdem über innere Reibung von zähen Körpern schon eine Reihe von Untersuchungen nach den verschiedensten Methoden vorlagen, hat R. Reiger nachgewiesen, daß sich die Poiseuillesche Methode der Strömung durch Röhren ebenfalls sehr gut zur Bestimmung des Koëffizienten der inneren Reibung zäher und plastisch-fester Substanzen verwenden läßt[1]).

Ich habe die Untersuchungen von R. Reiger weitergeführt und besonders die Grenzen festgelegt, innerhalb deren das Poiseuillesche Gesetz sicher gilt. Substanzen verschiedener Zähigkeit stellte ich mir dadurch her, daß ich zu Terpentinöl Zusätze von Kolophonium in verschiedener relativer Menge machte. Es war daher zunächst von Interesse, die flüssige Komponente meiner Gemische in Hinsicht auf ihr Verhalten zu prüfen, das sie bei der Untersuchung nach der Poiseuilleschen Methode zeigt.

---

[1]) Siehe hierüber: R. Reiger, Über die Gültigkeit des Poiseuilleschen Gesetzes bei zähflüssigen und festen Körpern. Ann. d. Phys. 1906, S. 985 ff. — In neuester Zeit hat auch R. Ladenburg eine Arbeit veröffentlicht „Über die innere Reibung zäher Flüssigkeiten und ihre Abhängigkeit vom Druck“. Münchener Dissert. 1906. Er stellt seine Versuche an nach der Stokesschen Methode der fallenden Kugeln, teilweise auch nach der Poiseuilleschen Methode, wobei er eine Mischung von Kolophonium und Terpentinöl untersucht, deren Zähigkeit er von der Größenordnung $1 \cdot 10^{8}$ findet (in C.G.S.-Einheiten).

I. Terpentinöl.

Ich untersuchte zunächst die innere Reibung von Terpentinöl bei Temperaturen von 0° bis 85°, und zwar mittels des von G. Haffner[1]) beschriebenen Apparates. Die Berechnung des Koëffizienten der inneren Reibung erfolgte nach der bekannten Formel von Poiseuille, die Korrektion der abgelesenen Ausflußzeiten nach Hagenbach[2]). Die Resultate (in C.G.S.-Einheiten) gibt nachfolgende Tabelle. Bemerken möchte ich noch, daß nach Kohlrausch die Zähigkeit des Wassers bei 0° = 0,01797 ist, bei Terpentinöl dagegen = 0,02248 ist.

τ^0	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$\eta \cdot 10^{-5}$	2248	1981	1783	1626	1487	1364	1272	1163	1071
τ^0	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$\eta \cdot 10^{-5}$	989	926	879	821	772	728	696	671	648

Hierin bedeutet τ = Temperatur in Celsiusgraden, η = Koëffizient der inneren Reibung. Die erhaltenen Werte stimmen gut überein mit den von Garvanoff[3]) veröffentlichten, die jedoch nur von 20° bis 80° reichen, von 10° zu 10° fortschreitend. Die Abweichung beträgt 4 bis 8%, die als gering bezeichnet werden kann, da Terpentinöl durchaus kein wohl definierter Körper ist.

Danach untersuchte ich, wieweit das Poiseuillesche Gesetz für Terpentinöl gilt, nachdem ich bisher unter Bedingungen gearbeitet hatte, unter denen seine Gültigkeit unzweifelhaft feststand. Ich untersuchte den Einfluß der Durchflußgeschwindigkeit, des Radius und der Länge der Durchflußröhre.

Um den Einfluß der Durchströmgeschwindigkeit festzustellen, variierte ich den Druck in den mir erreichbaren Grenzen von 5 bis 240 cm Wassersäule, ohne jedoch einen Einfluß der vergrößerten Durchflußgeschwindigkeit auf die innere Reibung

[1]) G. Haffner, Über die innere Reibung von alkoholischen Lösungen. Erlanger Dissert. 1903.

[2]) Hagenbach, Über die Bestimmung der Zähigkeit. Pogg. Ann. Bd. 109, S. 358 ff.

[3]) Garvanoff. Wien. Ber. 103, II. A., S. 873 ff.

konstatieren zu können: die Ausflußzeiten blieben immer dem jeweils angewandten Druck umgekehrt proportional[1]).

Dann ließ ich den Druck und den Radius der Röhre konstant und änderte die Länge derselben. Hierbei stellte ich fest — was auch schon Poiseuille beobachtet hatte —, daß unter einer bestimmten Länge, ca. 8 cm, die Ausflußzeiten zu groß werden, also das Poiseuillesche Gesetz nicht mehr gilt. Auch die Hagenbachsche Formel reicht nicht mehr zu einer Korrektion der Ausflußzeiten.

Bei der nunmehr vorgenommenen Veränderung der Rohrweiten bei konstanter Länge und Druck fand ich in Übereinstimmung mit O. Reynolds[2]), daß bei weiten Röhren die Ausflußzeiten zu groß werden, also der Reibungskoëffizient ebenfalls zu groß erscheint, eine Erscheinung, die nach Reynolds auf Wirbel zurückzuführen ist, die in weiten Röhren auftreten und den Ausfluß verzögern. Als obere Grenze des Röhrendurchmessers fand ich ca. 0,08 cm.

Resultate: Die innere Reibung von Terpentinöl nimmt, wie bei vielen anderen Flüssigkeiten, stetig mit steigender Temperatur ab, ohne Maxima und Minima aufzuweisen. Seine Zähigkeit bei 0° verhält sich zu der des Wassers von 0° wie 5:4.

Die Gültigkeit des Poiseuilleschen Gesetzes hängt in erster Linie ab vom Radius der angewandten Durchflußröhre; erst in zweiter Linie von deren Länge und ev. von sehr hoher Durchflußgeschwindigkeit.

II. Gemische von Terpentinöl mit Kolophonium.

Ich steigerte jetzt die Zähigkeit meiner Versuchssubstanz durch Zusatz von Kolophonium. Untersucht wurden Gemische

---

[1]) Anders verhält es sich natürlich, wenn man die zu untersuchende Substanz selbst unter sehr hohen Druck setzt. Warburg und Babo, Wied. Ann. Bd. 17 (1882), S. 390, haben gefunden, daß die Zähigkeit von Kohlensäure unter hohem Druck (105 at) steigt. Dagegen fand W. C. Röntgen, Wied. Ann. Bd. 22 (1884), S. 510, für Wasser die umgekehrte Erscheinung, ebenso Warburg und Sachs, ebenda S. 518, die außerdem für Benzol und Äther eine Zunahme der Zähigkeit feststellten. Später fand W. C. Röntgen, Wied. Ann. 1891, S. 98 ff., daß auch bei plastischfesten Körpern durch hohen Druck eine Steigerung der Zähigkeit stattfindet; er stellte bei Marineleim unter 500 at Druck eine Zunahme der Zähigkeit um 20% gegen Atmosphärendruck fest.

[2]) O. Reynolds. Trans. Lond. Roy. Soc., CVXXIV, S. 935—983.

mit 30, 60, 70, 80 und 90°/₀ Kolophoniumgehalt. Reines Kolophonium konnte ich nicht untersuchen, da es beim Erkalten in den Röhren sprang und so seine Homogenität einbüßte. Dagegen konnte ich durch Extrapolation seinen Reibungskoëffizienten wenigstens der Größenordnung nach bestimmen.

Untersucht wurden die Gemische von 30 und 60°/₀ nach der Haffnerschen Methode, die höherprozentigen nach der von R. Reiger[1]) angegebenen. Besondere Sorgfalt wurde auf die Reinigung des Kolophoniums und die Bereitung der Lösungen verwandt. Da die innige Vermischung von Kolophonium und Terpentinöl erst bei ca. 180° eintritt, mußte vor allem darauf gesehen werden, ein Verdampfen der leicht flüchtigen Bestandteile zu verhindern.

In der nachfolgenden Tabelle gebe ich einige Werte wieder, die ich bei den verschiedenen Konzentrationen für den Koëffizienten der inneren Reibung gefunden habe.

Die Versuche, welche oft sehr lange dauerten, bis zu mehreren Wochen bei sehr engen Röhren und hohen Konzentrationen, fanden im Keller statt, wo eine Temperatur von 7,1° in dem sorgfältig isolierten Versuchsraum konstant herrschte.

Konzentration in °/₀	0	30	60	70	80	90	100
η	$1945 \cdot 10^{-5}$	$1508 \cdot 10^{-4}$	$3{,}43 \cdot 10^{1}$	$2{,}2 \cdot 10^{3}$	$9{,}2 \cdot 10^{6}$	$4{,}7 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{18}$

Weiter prüfte ich wie bei Terpentinöl das Poiseuillesche Gesetz. Dazu wählte ich die 80°/₀ige Lösung. Ich fand, daß genau wie bei Terpentinöl der Radius der Röhre in erster Linie in Betracht kommt. Einen Einfluß der Länge oder der Durchflußgeschwindigkeit konnte ich überhaupt nicht feststellen. Ebenso war es unmöglich, eine obere Grenze für den Durchmesser zu ermitteln, da bei allen Weiten, die ich erhalten konnte, bis 3 cm, das Gesetz noch galt, jedenfalls infolge Ausbleibens von Wirbeln in der zähen Substanz. Dagegen trat mit abnehmendem Durchmesser ein Ansteigen des Wertes für η auf, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß bei sehr engen Röhren das

[1]) S. a. a. O., Ann. 1906, S. 985 ff.

Poiseuillesche Gesetz nicht mehr gilt. So war z. B. für eine Lösung von 80 % Kolophoniumgehalt bei einer Temperatur von 11,8°[1]) der Reibungskoëffizient η:

$$\text{bei } D = 0{,}3 \text{ cm} \quad \eta = 4{,}8 \cdot 10^5$$
$$D = 0{,}2 \text{ cm} \quad \eta = 4{,}6 \cdot 10^5.$$

Bei $D = 0{,}06$ cm stieg er auf $\eta = 7{,}9 \cdot 10^5$, und bei $D = 0{,}036$ cm auf $\eta = 23 \cdot 10^5$, während bei $D = 0{,}02$ cm nach 3 Wochen überhaupt noch kein Fließen eingetreten war. Die untere Grenze liegt nach obiger Versuchsreihe bei einem Durchmesser von ca. 0,2 cm. Weitere Versuche hierüber sind im Gang, die ich zusammen mit den quantitativen Resultaten meiner Arheit einer späteren Veröffentlichnng vorbehalte.

Erlangen, Physikalisches Institut, Oktober 1906.

---

[1]) Diese Versuche wurden im Sommer angestellt, daher die höhere Temperatur!

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. VII.

Von Eilhard Wiedemann.

Über arabische Auszüge aus der Schrift des Archimedes über die schwimmenden Körper.

Von den Schriften des Archimedes[1]) hat für die Physik ein besonderes Interesse diejenige über die schwimmenden Körper[1]). Gründen sich doch auf sie die späteren Arbeiten über die spezifischen Gewichte, zunächst diejenigen der Araber. In ihren biographischen Werken wird freilich weder eine Schrift mit einem dem griechischen genau entsprechenden Titel noch mit dem Titel über die Schwere und die Leichtigkeit[2]), die diesem Werk

---

[1]) Über arabische Nachrichten über Archimedes vgl. z. B. E. W., Beiträge III, S. 234 u. 247; V, S. 438 u. 451; VI, S. 10, ferner Steinschneider, Z. D. M. G. 50, S. 172. 1896.

Die Schrift über die schwimmenden Körper steht in Archimedis opera omnia ed. L. Heiberg, Vol. II, S. 356.

Eine deutsche Übersetzung findet sich in E. Nizze, Archimedes von Syrakus vorhandene Werke S. 224. Stralsund 1822; eine englische in T. L. Heath, The Works of Archimedes p. 253. Cambridge 1897.

Daß der griechische Text a. a. O. Vol. II, S. 356ff. unecht, ein Falsifikat, d. h. ein Rückübersetzungsversuch nach dem Lateinischen, ist, hat Heiberg bewiesen (Översigt over Vidensk. Selskabs Arb. 1884, S. 25). Zu gebrauchen ist nach ihm nur Tartaglia's lat. Text, d. h. die Übersetzung Wilhelms von Moerbek (saec. XIII), mit den Varianten aus seiner originalen Handschrift, Abhandl. z. Gesch. d. Math. V, S. 1, auch Z. S. für Math. und Phys. 34. Suppl. 1890. Sie weicht aber ebenso vom Arabischen ab.

Eine dem Archimedes zugeschriebene Wage für spezifische Gewichtsbestimmungen ist bei *al Chazini* S. 86 abgebildet. — Die im Carmen de ponderibus (ed. Hultsch Script. metrol. Bd. II, S. 124ff.) beschriebene Methode dürfte auf der Anwendung einer solchen Wage beruhen.

[2]) Vgl. Steinschneider. Z. D. M. G. Bd. 50, S. 178. 1896. Die dem Euklid zugeschriebene Schrift mit demselben Titel, die arabisch und

von den Arabern (s. u.) beigelegt wurde, erwähnt. Dagegen sind uns die Einleitung und eine Reihe von Propositionen, freilich ohne Beweise, arabisch mehrfach erhalten. Sie finden sich in dem zweiten Kapitel des ersten Buches der Wage der Weisheit von *al Chazinî* (S. 33), von dem Khanikoff leider nur den Inhalt gibt. Ferner sind zwei Handschriften bekannt: eine in Paris (Bibl. nationale suppl. arabe no. 952 bis) und eine in Gotha no. 1158, 12 (Katalog von Pertsch Bd. 2, S. 364). Den ersten Text hat H. Zotenberg (J. asiat. [7] Bd. 13, S. 509. 1879) arabisch herausgegeben, aber nur zum Teil übersetzt. Von dem zweiten, der in einigen Punkten von dem ersten abweicht, erlaube ich mir im Folgenden eine möglichst wortgetreue Übersetzung zu geben. Die hauptsächlichsten Abweichungen zwischen beiden Texten habe ich bemerkt.

Erwähnt sei noch, daß die der Schrift von Jordanus Nemorianus De Ponderositate[1]) angehängte Schrift über das spezifische Gewicht etc. nicht mit der von uns mitgeteilten identisch ist.

Wir wenden uns nun zu der Schrift selbst.

Prämissen [und Propositionen (*Qaḍâjâ*)][2]) des Archimedes über die Schwere und die Leichtigkeit.

Einige[3]) Körper und Flüssigkeiten sind schwerer als andere. Man sagt von einem Körper, daß er schwerer als eine Flüssigkeit ist[4]), falls, wenn man von ihnen Mengen von gleicher Größe dem Volumen nach nimmt, bei der Wägung die eine von ihnen schwerer als die andere ist. Ist aber ihr Gewicht gleich, so sagt man nicht, daß der eine von ihnen schwerer ist als der andere[5]). Der, von dem man sagt, daß er schwerer ist, ist der an Gewicht größere[6]).

---

lateinisch erhalten ist, behandelt ganz andere Fragen (vgl. dazu Duhem, Les Origines de la Statique, S. 62 ff. Paris 1905).

[1]) Venedig 1565, apud Curtium Trojanum.

[2]) [ ] fehlt in Paris.

[3]) Paris fängt mit „*inna*" „siehe" an.

[4]) Paris hat dies ausführlicher: „Man sagt von einem Körper, daß er schwerer als ein Körper, oder von einer Flüssigkeit, daß sie schwerer als eine Flüssigkeit, oder von einem Körper, daß er schwerer als eine Flüssigkeit ist, falls . . .

[5]) Paris hat „als sein (ihr) Genosse".

[6]) Man muß ergänzen „im gleichen Volumen". Hier wird also der Begriff des auf das Volumen bezogenen Gewichtes, d. h. das spezifische

Wir nehmen an, daß die Flüssigkeit ihrer Natur[1]) nach so beschaffen ist, daß ihre Teilchen aneinanderstoßen, gleichförmig am Ort sind (d. h. kontinuierlich und gleichförmig aneinandergelagert sind) und daß das, was von ihr stärker drückt, das fortstößt, was schwächer drückt. Jedes Teilchen derselben wird von dem gedrückt, das senkrecht über ihm sich befindet (*'ala 'l Schâqul*, auf dem Lot), wenn die Flüssigkeit nicht in etwas eingeschlossen ist (*maḥṣûra*) und etwas anderes (Subjekt) sie drückt[2]).

Die Gestalt jeder ruhenden (*qâim*) Flüssigkeit, die sich nicht bewegt, ist eine Kugeloberfläche.

1. Ist irgendein Körper einer Flüssigkeit an Gewicht gleich, und bringt man diesen Körper in diese Flüssigkeit, so sinkt er so weit in ihr ein (*rasab*), bis seine Oberfläche mit ihrer Oberfläche gleichsteht und nur soweit (*fa-qaṭ*).

2. Ist irgendein Körper leichter als eine Flüssigkeit, und bringt man diesen Körper in diese Flüssigkeit, so taucht er nicht ganz in ihr unter, sondern es ragt etwas von ihm über die Oberfläche der Flüssigkeit hervor.

3. Ist der beliebige Körper leichter als die Flüssigkeit, und bringt man ihn in sie, so taucht von ihm eine gewisse Menge unter. Nimmt man eine Menge der Flüssigkeit, welche dem Volumen nach der von ihm untergetauchten Menge gleich ist, so findet man, daß das Gewicht dieser Flüssigkeitsmenge gleich dem Gewicht des ganzen Körpers ist.

4. Ist der beliebige Körper leichter als die Flüssigkeit, und

---

Gewicht eingeführt. Der Ausdruck selbst kommt erst viel später auf (vgl. hierzu Thurot in seinen Recherches historiques sur le Principe d'Archimède. Revue archéologique 1869).

[1]) Gotha hat *Ṭab'*, Paris *Ṭabî'a*.

[2]) Unser Text hat *jaḍġaṭuhâ*, Paris ursprünglich *jaḍġaṭuhu*, eine spätere Hand hat so korrigiert, wie Gotha hat; die ursprüngliche Lesung würde heißen „es drückt".

Nach dem griechischen Text heißt es, von „wenn" bis „drückt", „wenn diese [die Flüssigkeit] im Sinken begriffen ist oder von etwas anderem gedrückt wird". Nach dem Arabischen würde 1. der Druck der Flüssigkeit nicht eintreten, wenn sie in einem Gefäß vollkommen eingeschlossen ist, und 2. nicht allein von der über einer Stelle befindlichen Flüssigkeit abhängen, wenn noch ein äußerer Druck wirkt.

wird er ganz von ihr bedeckt, so geschieht das Hervorkommen [1]) (Erscheinen) mit einer Kraft, die gleich ist der Kraft des Überschusses des Gewichtes einer Menge der Flüssigkeit, die an Volumen diesem Körper gleich ist, über das Gewicht dieses Körpers.

5. Ist der beliebige Körper schwerer als die Flüssigkeit, und wird er in sie gebracht, so sinkt er in ihr unter, und was von ihr [der Flüssigkeit] ihn in die Höhe hebt, ist an Volumen gleich diesem Körper [2]).

6. Ist der beliebige Körper leichter als die Flüssigkeit, und ist die Gestalt dieses Körpers ein Kugelabschnitt, wird der Körper in die Flüssigkeit gebracht und sorgt derjenige, der ihn hineinbringt, dafür, daß seine Basis nicht die Flüssigkeit berührt, so steht [3]) die Figur aufrecht, so daß die Achse (*Miḥwar*) des Kugelabschnittes dem Lot entspricht. Neigt man sie [die Achse] nachher so, daß seine Basis nicht die Flüssigkeit berührt, so bleibt sie nicht geneigt gegen den Zustand des Aufrechtstehens auf dem Parallelsein (*Istiwâ*) [4]).

Die Ursache für das Aufrechtstehen auf der Flüssigkeit ist die, welche *T̠âbit Ben Qurra* in: „Über das Rollen (*Daḥrag*)

---

[1]) Gotha hat *Nufûḏ*, Paris *Ṣu'ûd* = Emporsteigen.

[2]) Proposition 5 lautet in Paris anders: Ist der beliebige Körper schwerer als die Flüssigkeit, so ist sein Gewicht, falls er gleichmäßig fällt, gleich dem Überschuß des Gewichtes dieses Körpers über das Gewicht einer Flüssigkeitsmenge, die an Volumen diesem Körper gleich ist.

Diese Proposition wird von Archimedes dadurch bewiesen, daß er mit dem beliebigen schweren Körper einen solchen verbindet, daß beide zusammen gerade schweben. Diese Aufgabe ist auch später behandelt worden, so in dem kleinen Traktat, der an Jordani Nemoriani Opusculum de ponderositate, in der Ausgabe von Tartaglia (Venedig 1565), angehängt ist (S. 18).

[3]) Gotha hat *jaqûmu*, Paris *jakûnu*.

[4]) Es soll wohl heißen, die Achse des Kugelabschnittes bleibt nicht geneigt gegen das Lot auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Man übersetzt wohl am besten hier *Istiwâ* mit Horizontalebene, parallel zur Flüssigkeitsoberfläche. Paris hat etwas anders: „Neigt man sie nachher so, daß die Basis die Oberfläche nicht berührt, so bleibt sie nicht geneigt, sondern kehrt in das Aufrechtstehen auf der Horizontalebene (*Istiwâ*) zurück.

Zu beachten ist, daß in der lateinischen Übersetzung das nicht fehlt. Dem Sinn nach gehört es aber wohl hinein, denn wenn an einer Stelle die Basis naß wird, so ändert sich die Massenverteilung.

und Nichtrollen der Kugel“ auseinandergesetzt hat, nämlich, daß der Schwerpunkt (*Markaz Tiql*) dieses Abschnittes auf seiner Achse gelegen ist. Deshalb steht er (der Abschnitt) nur dann fest (hat eine stabile Lage), wenn diese Achse das Lot auf der Oberfläche der Flüssigkeit ist, in welche der Kugelabschnitt getaucht ist[1]).

7. Ist der beliebige Körper leichter als die[2]) Flüssigkeit, und bringt man ihn in sie hinein, so ist das Verhältnis des Gewichtes dieses Körpers zu dem Gewicht einer Flüssigkeitsmenge, die diesem Körper an Volumen gleich ist, gleich dem Verhältnis des Gewichtes dessen, was von diesem Körper in die Flüssigkeit untertaucht[3]), zu dem Gewichte[4]) dieses Körpers[5])[6]).

Vergleichen wir den arabischen Text mit dem griechischen Text bezw. der lateinischen Übersetzung, so ergeben sich, wie schon Zotenberg zeigte, folgende Beziehungen: Der Anfang der Einleitung ist nur arabisch vorhanden; sie ist besonders inter-

[1]) Der obige auf die Ausführungen von *Tâbit* bezügliche Abschnitt fehlt in Paris.

Eine Schrift von *Tâbit* über das Rollen und Nichtrollen der Kugel findet sich nicht in der von Suter (Math. S. 34ff.) mitgeteilten Liste; er führt aber ja auch leider nicht alle bei den arabischen Bibliographen genannten Werke an. Dagegen teilt *Ibn al Qifti* zwei Titel mit, die hier in Frage kommen können, Werk über die Beschäftigung mit der Kugel (S. 118, Z. 6) und Werk über die Kugel (ibid. Z. 15). Die „Propositionen (*Aschkâl*) über die *Hijal*“ (ibid. Z. 1) dürften kaum etwas Hierhergehöriges enthalten.

[2]) Paris hat „beliebige“.

[3]) Selbstverständlich beim Schwimmen.

[4]) Paris hat „zu dem ganzen Gewicht“.

[5]) Paris hat noch „vollendet ist die Abhandlung (*Maqâla*) des Archimedes“.

[6]) Der obige Satz läßt sich folgendermaßen aussprechen. Sei P das Gewicht des Körpers, V sein Volumen, s sein spezifisches Gewicht, p das Gewicht des untergetauchten Teiles, v dessen Volumen und σ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, so ist

$$P : V\sigma = p : P \text{ oder } Vs : V\sigma = vs : Vs$$

oder

$$s : \sigma = v : V.$$

Das eintauchende Volumen verhält sich zum gesamten Volumen des Körpers wie die spezifischen Gewichte von Körper und Flüssigkeit.

Nach dem archimedischen Satz über das Schwimmen ist aber

$$Vs = v\sigma,$$

was mit dem Obigen übereinstimmt.

essant, weil in ihr die Grundlagen für die Definition des spezifischen Gewichtes gelegt werden. Der Schluß der Einleitung entspricht der ersten Supposition und der zweiten Proposition. Die erste griechische Proposition fehlt im Arabischen. Die griechischen Propositionen III—VIII entsprechen dem arabischen 1—6. Die Proposition IX fehlt im Arabischen, statt derselben gibt es in Proposition 7 den Anfang vom zweiten Buch.

In der Gothaer Handschrift schließt sich an den Text von Archimedes ein kurzer Abschnitt mit Definitionen von verschiedenen Größen an. Er lautet:

Was versteht der Geometer (*Muhandis*) unter dem Ausdruck „das Gewicht (*Ṯiql*)“ und „das Schwere (*Ṯaqîl*)“ und „der Mittelpunkt des Gewichtes (*Markaz al Ṯiql*)“ und „der Abstand (*Buʿd*)“ und „das Verhältnis des Gewichtes zum Gewicht ist wie das Verhältnis des Abstandes zum Abstand in der Antithese (*Takâfu'*) (also umgekehrt proportional)“.

Wir nehmen irgendeinen Punkt an und um ihn zahlreiche Mengen (*Miqdâr*), und wir nehmen in (*fî*) jeder dieser Mengen eine Kraft an, die sie nach dem ersten angenommenen und gegebenen Punkt stößt, dann ist der gegebene Punkt der Mittelpunkt des ganzen (*al Kull*)[3]). Jede der gegebenen Mengen, die um ihn (den Punkt) gelegen ist, ist das Schwere (*Ṯaqîl*)[2]).

Die Kraft, durch welche an jedem (Punkte) von ihnen es (das Schwere) nach dem Mittelpunkt des All zurückgestoßen wird, ist das Gewicht (*Ṯiql*). — Dann nehmen wir an, daß jedes dieser Gewichte nach dem Mittelpunkt des All zurückgestoßen wird. Der Mittelpunkt des All muß auf (*ʿalà*) einem einzigen Punkt berührt werden. Dieser Punkt dieses Körpers, in welchem der Mittelpunkt des All[1]) berührt wird, ist der Schwerpunkt dieses Schweren.

---

[1]) Unter Mittelpunkt des Ganzen ist der Mittelpunkt der Welt zu verstehen, der bei *al Chazinî* z. B. S. 26 *Markaz al ʿÂlam* heißt.

[2]) Bei *al Chazinî* heißt es stets „der schwere Körper *al Ǵism al ṯaqîl*“.

[3]) Zu ergänzen ist „im Gleichgewicht“. Ganz entsprechend heißt es bei *al Chazinî*, „der Punkt in irgendeinem schweren Körper, der mit dem Mittelpunkt der Welt zusammenfällt, wenn der Körper in diesem Mittelpunkt in Ruhe ist, ist der Schwerpunkt dieses Körpers“.

Eine andere Definition, die der modernen entspricht, gibt Pappus

Der Abstand (*Bu'd*) ist die Linie, welche in dem Zwischenraum zwischen den Schwerpunkten zweier Gewichte gezogen wird.

(ed. Hultsch Bd. 3, S. 1030/31): „Wir sagen aber, daß der Schwerpunkt (centrum gravitatis) irgendeines Körpers ein Punkt innerhalb desselben ist; denkt man sich an ihm den schweren Körper aufgehängt, so bleibt der Körper in Ruhe, und behält die Lage bei, die er ursprünglich hatte".

Wenige Zeilen weiter unten (S. 1030, Z. 18) ist dann davon die Rede, daß alles, was Schwere besitzt, eine Neigung nach dem Mittelpunkt der Welt besitzt.

Die Lehre von dem Schwerpunkt wird nach der antiken Überlieferung stets auf Archimedes zurückgeführt; so heißt es bei Pappus (ed. Hultsch S. 1034):

Dies scheint mir das Wesentliche der Lehre von den Schwerpunkten zu sein, deren Elemente Du kennen lernst, wenn Du das Werk des Archimedes über die Gleichgewichte (*περὶ ἰσορροπιῶν*) und das des Heron über die Mechanik studierst.

Auch bei Proclus (ed. Friedlein lib. 1, S. 41) wird die Lehre von dem Gleichgewicht und dem Schwerpunkt auf Archimedes zurückgeführt.

Die Definition des Schwerpunktes von Archimedes hat nach der Vermutung von Hultsch (Realenzyklopädie von Pauli u. Wissowa) in der verlorenen Schrift *κεντροβαρικά*, nach anderen in der Schrift *περὶ ζυγῶν* gestanden (vgl. hierzu Beiträge III, S. 249). In den erhaltenen Schriften findet sich keine solche.

Eine Reihe von an Archimedes anknüpfenden Angaben über den Schwerpunkt unter Nennung des Namens findet sich in der arabischen Redaktion der Mechanik des Heron Lib. I, cap. 24 und lib. II, cap. 35. — Dort findet sich neben dem Ausdruck *Markaz al Ṯiql* Mittelpunkt der Last auch *Markaz al Mail* Mittelpunkt der Neigung, dies ist der Punkt, durch den die Senkrechte vom Aufhängepunkt geht. Wenn *Ḏu'l Mail* wörtlich „Herr der Neigung" und auch *Mail* selbst mit Schwerkraft übersetzt wird, so ist wohl hier ein zu moderner Ausdruck verwendet worden, der leicht zu Mißverständnissen führen kann. Das arabische *Mail* und das griechische *ῥοπή* entsprechen einander genau.

Mit den betreffenden Stellen, die für die sogen. Heronische Frage von Bedeutung sind, hat sich Tittel (Rheinisches Museum Bd. 56, S. 404. 1901) eingehend beschäftigt. Nach ihm könnte der dort erwähnte *Bûsîdûniûs* ein Fachgenosse des Archimedes gewesen sein, auf dessen Lehren Archimedes weiter gebaut hat, und nicht der bekannte Stoiker.

Loria nennt übrigens Heron als einen Schüler des Aristoteles, obgleich er selbst sich nicht als einen solchen bezeichnet (Loria, Le scienze esatte Bd. 3, S. 103; Mem. della R. Acc. in Modena ser. (2), Bd. 12. 1902).

Den Begriff des Schwerpunktes in der Statik des Archimedes hat G. Vailati sehr eingehend behandelt; gibt aber nicht Definitionen, die denen des Arabers entsprechen (Atti R. Acad. di Torino Bd. 32, S. 500. 1896/97). Weitere Betrachtungen über die Anschauungen der Griechen von

Wir wenden uns zu dem Ausdruck „Das Verhältnis des Gewichtes zum Gewicht ist gleich dem Verhältnis des Abstandes zum Abstand in der Antithese“. Man zieht den Abstand, d. h. die Verbindungslinie in dem Zwischenraum zwischen den Schwerpunkten zweier Gewichte in der Ebene, die dem Horizont parallel ist, dann bedeutet jener Ausdruck, daß das Verhältnis des Gewichtes zu dem Gewicht gleich ist dem Verhältnis der Größen der Abstände, die der gemeinsame Punkt (*muschtarik*), nämlich der Ort der Vorrichtung zum Aufhängen (*ʿIlâqa*) voneinander trennt, und zwar im umgekehrten Verhältnis (*Takâfuʾ*) des einen zum anderen. Die Antithese des Verhältnisses ist dann vorhanden, wenn von allen vier in einer Proportion zueinander stehenden Größen (*mutanâsib*), die zweite und dritte in einem Verhältnis (*Ḥaqîqa,* ratio) stehen und die erste und vierte. Dies ist offenbar bei den Gewichten des *Qarasṭûn,* der der *Qubbân*[1]) ist, der Fall.

Bei ihm ist das Verhältnis des Abstandes des Hakens (*ʿAqrab*)[2]) von dem Aufhängepunkt zu der Entfernung der *Rummâna* (dem Laufgewicht Granatapfel) von letzterem gleich dem Verhältnis des Gewichtes der *Rummâna* zu dem Gewicht, welches ihr auf der Wagschale das Gleichgewicht hält[3]).

Diese Ausführungen dürften zusammenhängen mit solchen in der Schrift des Archimedes „Über das Gleichgewicht der Ebenen oder über die Schwerpunkte derselben“, vor allem mit Satz 6 des Buches 1: Kommensurable Größen sind im Gleichgewicht, wenn sie ihren Entfernungen umgekehrt proportional sind (Ausgabe von Heiberg Bd. II, S. 152, 11. Übersetzung

---

Aristoteles bis Hero hat er (ibid. S. 678) gegeben, wo er auch die Schrift de ponderibus von J. Nemorianus untersucht, die er den Griechen zuschreibt.

Eine Schrift des Mathematikers Ptolemäus *περὶ ῥοπῶν* erwähnt Simplikus in der Besprechung einer Stelle in Aristoteles de Caelo (IV, 311ᵇ) über das Gewicht der Luft. (Simplicii comm. ed. J. L. Heiberg S. 710.)

Daß der Mittelpunkt des All der Mittelpunkt der Erde ist, entspricht durchaus der antiken Auffassung, da die Erde im Mittelpunkt des Himmels steht. Vgl. z. B. Ptolemäus (Syntaxis ed. Heiberg Bd. 1, S. 16) und Archimedes Arenarius cap. 5 (ed. Heiberg Bd. 2, S. 245).

[1]) *Qarasṭûn* und *Qubbân* sind Ausdrücke für die Schnellwage.

[2]) Offenbar der Haken, an dem die Gegenstände aufgehängt werden.

[3]) Eine ganz entsprechende Stelle wie die obige über den Hebel findet

von Nizze S. 3, von Heath S. 192). Dabei heißt der Abstand *διάστημα*, das Gewicht *βάρος*, umgekehrt proportional *ἀντιπεπονθότως* (vgl. auch die Anmerkungen).

Den in Beiträge VI, S. 10 angeführten Arbeiten über die spezifischen Gewichte u. s. f. seien noch folgende zugefügt:

Eine Abhandlung über die schwimmenden Körper scheint von *al Kindî* herzurühren. Sie hat den Titel: Große Abhandlung über die Körper, welche in das Wasser eintauchen (*ġâjiṣa*) (Fihrist S. 261, Z. 8). Ob die Schrift über die fallenden (*hâbiṭ*) Körper (ibid. Z. 11) hierher gehört, läßt sich nicht entscheiden.

Bei *al Chazinî* lautet das erste Kapitel der zweiten *Maqâla* (Abschnittes): Qualität des Gewichtes und die verschiedenen Ur-

---

sich bei den *Ichwân al Ṣafâ* in der 6. Dissertation α) des ersten Teiles, die von Propositionen handelt. Dort heißt es: Eine wunderbare Eigenschaft der Proposition sind die Vorteile und Nutzen, die man bei den Abständen und Gewichten beobachtet; dazu gehört das, was man bei dem *Qarasṭûn* β) d. h. dem *Qubbân* beobachtet, nämlich: Ist eines der Enden des *Qarasṭûn* lang und von dem Aufhängungsort entfernt und das andere kurz und nahe an ihm γ), und hängt man an das lange Ende [Arm] ein kleines (*qalîl* weniges) Gewicht und an das kurze Ende [Arm] ein großes (*kaṭîr* zahlreiches) Gewicht, so sind sie einander gleich (wertig) und halten sich das Gleichgewicht, falls das Verhältnis des kleinen Gewichtes zu dem großen gleich ist δ) dem Verhältnis des Abstandes des kurzen Endes zu dem Abstand des langen Endes.

Etwas weiter unten (S. 11 bezw. 167) findet sich noch folgende zur Mechanik gehörige Bemerkung:

Dasselbe Verhältnis findet man, wenn man einen schweren Gegenstand durch einen leichten bewegt, und falls man ein Bewegtes lange Zeit ohne ein schweres Gewicht bewegt.

α) *Ichwân al Ṣafâ*, Ausgabe von Bombay 1305 d. H., Bd. 1, S. 10 der zweiten Abteilung; der Band ist doppelt numeriert; s. auch Dieterici, Propädeutik S. 166. Die Abweichungen in meiner Übersetzung sind durch unsere fortschreitende Erkenntnis der arabischen Physik bedingt, sowie durch den guten Bombayer Text. Goldziher bemerkt mehrfach, daß *Ichwân al Ṣafâ* nicht mit die lauteren Brüder, sondern kurz als die Getreuen zu übersetzen ist (Muh. Studien, 1. Teil, S. 9. 1889).

β) Über Wagen, den *Qarasṭûn* u. s. f. handelt ausführlich Th. Ibel, Programm. Forchheim 1906; die Arbeit wird in wesentlich erweiterter und verbesserter Form als Erlanger Inaugural-Dissertation erscheinen.

γ) Eigenschaften des Armes einer Wage sind hier auf das Ende übertragen.

δ) Es muß natürlich heißen umgekehrt proportional ist, wie oben.

sachen für dasselbe (S. 19) nach *Tâbit ben Qurra*; auf S. 53 wird dann von Khanikoff ganz kurz angegeben, daß *al Chazînî* behandelt die Ansichten von *Tâbit ben Qurra* über den Einfluß, den verschiedene Medien auf das Gewicht von Körpern, die in sie gebracht sind, haben. Dem oben erwähnten Werk entspricht wohl das von *Ibn al Qiftî* S. 117 aufgeführte Werk über die Eigenschaft (*Sifa*) des Gleich- und Verschiedenseins des Gewichtes (*Wazn*) und die Bedingungen dafür.

Über das Schwimmen und die Tiefe des Eintauchens finden sich bei den *Ichwân al Safâ*[1]) einige Bemerkungen; sie zeigen, wie weit die entsprechenden Kenntnisse verbreitet waren. Sie lauten:

Hierzu (zu den Proportionen) gehört, was man bei den auf dem Wasser schwimmenden Körper beobachtet, nämlich bei dem gegenseitigen Verhältnis ihres Gewichtes und des Hohlraumes (*Maq'ar*), der ihrem Volumen im Wasser entspricht. Bei jedem auf dem Wasser schwimmenden Körper faßt sein [eintauchender] Hohlraum genau so viel Wasser, als seinem Gewicht entspricht. Faßt der Hohlraum nicht so viel Wasser, als seinem Gewicht entspricht, so sinkt der Körper unter und bleibt nicht schwimmend [d. h. er sinkt ganz unter]. Faßt dieser Hohlraum genau so viel Wasser, als seinem Gewicht entspricht, so sinkt dieser Körper nicht im Wasser unter, und es erhebt sich auch nichts von ihm über das Wasser, sondern seine [Grenzfläche] bleibt gerade in Berührung (*muntafihan*) mit (reicht gerade bis an die) der Wasseroberfläche[2]). Weiter [gilt der Satz]: Bei zwei schwimmenden Körpern ist das Verhältnis der Volumina (*Sa'a*) der beiden [eingetauchten] Hohlräume genau gleich dem Verhältnis der beiden Gewichte [der Körper]. Die Gegenstände, die wir erwähnt haben, kennt der, der sich mit den Bewegungen beschäftigt, oder der mit den Schwerpunkten und den Sphären und den Volumen[3]) Bescheid weiß.

---

[1]) Vgl. S. 160, a. a. O. S. 11 bezw. 167. Diese Ausführungen schließen sich sehr nahe an diejenigen von Archimedes an.

[2]) Wohl den spezifischen Gewichten.

[3]) Ganz ähnlich heißt es in den *Âin-i-Akbarî* (übersetzt von Blochmann. Bibliotheca indica 1868. Bd. 1, S. 42): „Ein Körper sinkt in Wasser unter, wenn die verdrängte Wassermenge kleiner ist als das Gewicht des Körpers; ein Körper schwimmt, wenn diese Menge größer ist; und ist das

Eine vereinzelte Bemerkung über den Schwerpunkt findet sich bei H. Chalfa Bd. 1, S. 389. Von dem geometrischen Mittelpunkt heißt es, daß er der Mittelpunkt des Volumens (*Ḥaǵm*) sei, gleichgültig ob er der Mittelpunkt des Gewichtes ist oder nicht.

Wie sehr die Vorstellung, daß die Gewichte gleicher Volumina die Natur der Körper bestimmen, verbreitet war, lehrt eine Stelle aus dem Abschnitte über die Chemie von *al Anṣârî* (*al Sachâwî*). Er sagt: Unter den Gelehrten gibt es solche, die einen dritten Weg zur Erreichung des gesuchten Körpers (d. h. der Erzeugung des Elixiers und von Gold) einschlagen. Sie kennen nämlich das gegenseitige Verhältnis der Metalle dem Volumen und Gewicht nach. Aus ihrer Gesamtheit vereinigen sie (setzen sie zusammen) einen Körper, der dem Gewicht und Volumen des gesuchten gleich ist, und sie kennen diese Vermutung durch die Wagen[1]) (d. h. sie kommen auf diese Vorstellung durch Wägungen).

Die Alchemie heißt auch die Wissenschaft der Wage[2]) (*'Ilm al Mîzân*), da es gilt, die Zusammensetzungen (*Tarkîb*), das Verhältnis der Grundstoffe und ihre Beziehungen (*Nisba*) zu ergründen.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, einmal Herrn Oberbibliothekar Dr. Ehwald in Gotha für die liebenswürdige Überlassung der benutzten Handschrift, sowie den Herren Proff. Heiberg, Jacob und Tittel für ihre gütigen Ratschläge den allerbesten Dank auszusprechen.

verdrängte Wasser gleich dem Gewicht des Körpers, so fällt seine obere Seite mit der Wasseroberfläche zusammen".

Auch hier ist nicht von einem Schweben in der Flüssigkeit, sondern nur von einer Berührung der Wasseroberfläche die Rede (vgl. dazu Archimedes lib. I, Prop. 8).

[1]) *Al Anṣârî* (*al Sachâwî*, vgl. hierzu Beitrag IX) S. 78.

[2]) Ahlwardt Katalog Bd. 3, S. 533.

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. VIII.

Von Eilhard Wiedemann.

Über Bestimmung der spezifischen Gewichte.

Arabische Nachrichten über spezifische Gewichtsbestimmungen sind uns zahlreicher erhalten, als man bisher glaubte. Auf eine Reihe von bisher unbeachteten Texten ist Beiträge VI, S. 10 hingewiesen, wo auch die ältere Literatur sich findet. Die umfangreiche Schrift von *al Bêrûnî* „über das Verhältnis, das zwischen den Metallen und den Edelsteinen in dem Volumen besteht" [1]), ist (L. Cheikho (*al Machriq*) 1906, S. 19) in der Bibliothek der drei Monde der orthodoxen Griechen in Beirut erhalten (sie umfaßt in der Handschrift 33 Seiten); aus ihr hat *al Chazinî* viel geschöpft.

Herr Professor Cheikho (O. S. J.) in Beyrut hat mir gütigst eine Photographie der höchst interessanten Handschrift geschickt. Eine flüchtige Durchsicht zeigte, daß sie eine Abbildung des bekannten Gefäßes von *al Bêrûnî*, ferner die Tabellen der spezifischen

---

[1]) *Abu'l Raiḥân Muḥammed ben Aḥmed al Bêrûnî a*) (oder *al Bîrûnî*) ist 973 in der Vorstadt von *Chwârizm* aus einer iranischen Familie geboren und 1048 zu Gazna gestorben. *Al Bêrûnî* war ein Zeitgenosse und Freund von *Ibn Sînâ*. Er lebte am Hof von *Maḥmûd* in Gazna, dessen Eroberungen ihm die Mittel zu seinem großen Werk über Indien gab. Clement Mullet meint (J. asiat [5] Bd. 11. 1858), *Âin* 13 und *Âin* 14 in den *Âin-i-Akbari*, die den Ursprung der Metalle und die spezifischen Gewichte behandeln, rührten von ihm her, obgleich der Name unseres Gelehrten nur bei den Tabellen über spezifische Gewichte genannt ist.

---

a) Brockelmann Bd. 1, S. 475. Zu seinem Leben vgl. vor allem E. Sachau, Chronologie von *al Bêrûnî*, Einleitung. Leipzig 1878. Suter S. 98, Nr. 218 und Nachträge.

Gewiche enthält. Letztere weichen etwas von den von Khanikoff in der Wage der Weisheit mitgeteilten ab. Ich hoffe bald auf *al Bêrûnîs* Abhandlung zurückkommen zu können.

Ein Teil der im christlichen Mittelalter benutzten Methoden ist von M. Berthelot (La Chimie au moyen âge Bd. 1, S. 167) behandelt. Diese Frage habe ich auch in den Mitteilungen des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichtes 1906 erörtert.

Von *al Bêrûnî* bespricht Casiri (Bd. 1, S. 322, no. 900) ein im Eskurial vorhandenes Werk „Werk der Kollektaneen in der Kenntnis der Mineralien (*Ǵawâhir*), es wird bei H. Ch. no. 4153 (Bd. 2, S. 608) als „Werk der Kollektaneen über die Edelsteine" zitiert; außerdem findet sich noch bei H. Ch. no. 10030, Bd. 5, S. 71 ein Werk „Werk der Sammlung von *al Chuwârazmi*", das vielleicht mit dem obigen identisch ist, da *al Bêrûnî* hie und da auch *al Chuwârazmi* heißt.

Die oben erwähnte Naturgeschichte (cod. 900 des Eskurial) zerfällt nach Casiri in zwei Teile und ist mit einer formvollendeten und gelehrten Vorrede versehen, in der der Verfasser seinen Plan auseinandersetzt und die Namen der Schriftsteller, die vor ihm über die Edelsteine geschrieben haben, in folgender Reihenfolge aufführt: *Naṣr Ibn Ja'qûb*, *'Aun Ibn Al 'Abbâd*, *Ajjûb al Aswad* aus *Baṣra*, *Bischr Ibn Schâdân*, *Ja'qûb al Kindî*, *Abû 'Abd Allâh Ibn al Ǵaṣṣâṣ*, *Abu'l Bahlûl*, *Naṣr Ibn Ja'qûb al Dînawarî* und eine Anzahl anderer *a*).

---

a) Von den im obigen aufgeführten Gelehrten habe ich zunächst finden können:

Ja'qûb al Kindî, der große Philosoph; von ihm kennen wir zwei Schriften über Edelsteine: Über die Arten der Edelsteine und ähnliches. — Über die Arten der Steine (die Edelsteine und ihre Fundorte, die guten und die schlechten Edelsteine und ihre Preise) (eine Stelle aus diesem Werk habe ich nach *al Tîfâschî* (Beiträge II, S. 348) mitgeteilt, dort sind auch die Zitate angegeben; das nötige über *al Tîfâschî* s. Beiträge II, S. 327).

Ein Buch der Steine eines *Ibn Ǵarrâr* wird von *Tîfâschî* erwähnt.

Es scheint nicht unwahrscheinlich, daß *Tîfâschî* aus *al Bêrûnîs* Werk vielfach geschöpft hat.

Von einem *Muḥammed Ben Schâḏân al Ǵauharî* (dem Juwelier) wird bei Fihrist S. 317, Z. 24 eine Schrift erwähnt, Werk über den Edelstein und seine Arten; er verfaßte es für *al Mu'ataḍîd* (892—902) *Muḥammed Ben Schâḏân al Ǵauharî*.

Slane gibt in einer Anmerkung in seiner Übersetzung von *Ibn Challikân* (Bd. 1, S. 263, Anm. 2) an, daß *Abû Bakr Muḥ. Ibn Zakarijâ*

Nach Leclerc (Hist. de la Médecine Bd. 1, S. 480), der das Werk selbst eingesehen hat, werden noch zitiert *Aristoteles*, *Galen*, *Dioskorides*, *Aetius*, *Ptolemaios*, *Plutarch*, aber nicht *Theophrast*, weiter wird erwähnt *Appolonius* von *Tyana* als *Balinas*, *Geber* und *Abû Ḥanifa al Dainawarî* (Brockelmann Bd. 1, S. 123).

Dann folgen viele Kapitel, in denen von jeder Art kostbarer Steine, die überhaupt im Orient vorkommen, ihren Farben, Eigenschaften, Vorzügen, Mängeln, Gewichten, Preisen *a*) ausführlich gehandelt wird. Dann folgt die Aufzählung einiger Steine, welche wegen ihrer Größe sehr selten und um keinen Preis zu kaufen waren, die Chalifen und persische Könige in ihrem Schatze aufbewahrt haben sollen. Einige mögen davon angeführt sein. — Der König von Ceylon hatte einen länglichen Hyazinth, von der Gestalt eines Messerstiles, — dessen Gewicht 55 *Miṭqâl* betrug. Der *Bujide Mu'izz al Daula* hatte in seinem Ring einen Diamant

---

Ibn Schâdân al Ǧauharî einen großen Ruf als Traditionist besaß; er starb 887 (nach anderen 899, dies ist nach der obigen Angabe wohl richtig).

Von *'Aun Ibn Munḏir* wird bei *al Anṣârî* (*al Sachâwî*) S. 77 ein Werk über die Kapitel (*Fuṣûl*) erwähnt.

In demselben Abschnitt des *Fihrist* finden sich noch einige Werke von vielleicht naturwissenschaftlich-technischem Inhalt aufgeführt: Werk über das Blankmachen (*Talwiḥ*) von *Jaḥjà Ben Muḥammed*, dem Glaser (bezw. dem Glasmacher), Werk über die *Sujûb* (Schätze, vielleicht auch altes Glas), die *Ma'ǧûnât* (Geknetetes; man knetet den Ton: vielleicht also Tonwaren) und die chinesischen Schüsseln von *Ǧa'far Ibn al Ḥusain*. Werk über die Myrobalanen (Früchte, die zum Gerben und Schwarzfärben benutzt wurden), von unbekanntem Verfasser. Man behauptet, daß es *al Ṣâdiq*, Gott sei ihm gnädig, geschrieben habe, das ist aber unsinnig. Werk über die Rassen der Sklaven (*al Raqîq*); die Schrift darüber verfaßte ein Mann aus Ägypten für *Ibn Baṭḥâ*. Sie umfaßt ca. 100 Blätter. Werk über die sieben Schätze (*Kunûz*), von unbekanntem Verfasser. Werk über die vergrabenen Schätze, von unbekanntem Verfasser. Werk über die Bergwerke, die vergrabenen Kostbarkeiten und die Schätze, von einem Ägypter. Werk über die Mischungen der mineralischen Körper, die Gewinnung des Stahles (*Fûlâḏ*), des *Ṭâlîqûn*, des *Chumâhen*, des Messings und von Ähnlichem, von unbekanntem Verfasser.

Ṭâlîqûn ist Messing, Bronze, *Chumâhen* wird als eine Art Eisen bezeichnet; es gibt ein männliches und ein weibliches, ersteres wird im Wasser zinnoberrot, letzteres nimmt die gelbe Farbe von *Zarnich* (Auripigment) an, (vgl. Vullers Lexikon Bd. 1, S. 721), es bilden sich Oxydhydrate.

a) Zahlreiche Angaben über den Wert von verschieden großen Edelsteinen finden sich bei *al Tîfâschî*, einzelne bei H. Sauvaire, J. asiat. (8), Bd. 10, S. 200. 1887, ferner in der Kosmographie von *al Dimaschqî* S. 7; s. auch für den Magnetstein Beitrag II, S. 327, für den Diamant S. 348.

von 3 *Mitqâl*. Eine Perle, die die einzige[a]) (*jatîma*) hieß, weil sie keine Schwester hatte, besaß *Hischâm Ibn 'Abd al Malik*, sie wog 3 *Mitqâl*. (1 *Mitqâl* ist etwa 4,5 Gramm). Nach Leclerc sind die Preise tabellarisch geordnet.

Weder bei Casiri noch bei Leclerc findet sich eine Notiz, daß Angaben über das spezifische Gewicht sich finden. Dagegen gibt Leclerc an, daß *Geber* einen Magneten sah, der ein Stück Eisen trug, das 100 *Dirham* wog (vgl. Beiträge II, S. 325). Sehr eingehend sind das Porzellan, Waffen u. s. w. behandelt.

Eine kurze Übersicht der Lapidarien, d. h. der Zusammenstellungen von Steinarten, hat Steinschneider gegeben in Semitic Studies in Memory of Dr. A. Kohut, Berlin 1897, S. 57. Die arabischen Lapidarien, unter denen auch das Werk von *al Bêrûnî* aufgeführt ist, sind ausführlich nach der bibliographischen Seite von ihm Z. D. M. G. 49, S. 244. 1895 behandelt.

Auf den folgenden Seiten sollen drei Traktate, die sich auf die Bestimmung des Gehaltes von Legierungen an den sie zusammensetzenden Metallen beziehen, in der Übersetzung mitgeteilt werden.

Die ersten beiden von *Abû Manṣûr al Nairîzî* und *'Omar al Chajjâmi* besitzt die herzogliche Bibliothek in Gotha, und ich bin deren Leiter, Herrn Oberbibliothekar Dr. Ehwald für die Überlassung der Handschrift in hohem Grade verbunden. Den dritten Platon zugeschriebenen Traktat war Herr Dr. Prüfer in Kairo so außerordentlich liebenswürdig für mich abzuschreiben, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage. Herr Professor Jacob hat mir wiederum auf das liebenswürdigste zur Seite gestanden.

I. Traktat von *Abû Manṣûr al Nairîzî* über die Bestimmung der Zusammensetzung gemischter Körper[1]).

Der Traktat ist enthalten in dem Gothaer cod. arab. 1158, no. 10. (Katalog Bd. 2, S. 366.)

Die Betrachtungen gehen von den relativen Gewichten gleicher Volumen aus.

---

[a]) Mit diesem Ausdruck hängt nach G. Jacob vielleicht die Bezeichnung des Edelsteines in der deutschen Krone als „*Waise*“ zusammen (vgl. das Lied von Herzog Ernst).

[1]) Diese Methode unter *Abû Manṣûrs* Namen bespricht *al Bêrûnî* in der oben erwähnten Schrift.

Die Übersetzung lautet:

Von *Abû Manṣur al Nairîzî*[1]). **Über die Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung** (*Kamîja*) **der gemischten** (*muchtaliṭ*) **Körper**[2]).

Im Namen Gottes des Erbarmers.

Wir stellen einen Körper aus Kupfer und Blei[3]) (*Usrub*)

---

[1]) Diesen *Abû Manṣûr al Nairîzî* habe ich weder bei *Suter* noch bei *H. Chalfa* finden können.

[2]) Bei den Entwicklungen des Arabers kommen folgende Betrachtungen in Frage.

Ist ein Körper *M* vom Gewichte m und dem spezifischen Gewichte σ aus zwei Substanzen A und B mit den spezifischen Gewichten s_1 und s_2 gemischt, und enthält er von der Substanz B eine Menge x, so gilt nach der Mischungsregel die Gleichung

$$\frac{m}{\sigma} = \frac{m - x}{s_1} + \frac{x}{s_2}$$

$$\text{also } x = m \frac{\sigma - s_1}{s_2 - s_1} \cdot \frac{s_2}{\sigma}.$$

Dabei ist es natürlich ganz gleichgültig, auf welchen Körper als Einheit das spezifische Gewicht bezogen ist. Ein Volumen V des Körpers A möge a wiegen, ein gleiches Volumeu von B b, ein Volumen V' der Legierung möge m, ein ihm gleiches Volumen von A a_1 wiegen, dann sind die auf A bezogenen spezifischen Gewichte

$$\sigma = \frac{m}{a_1} \qquad s_1 = \frac{a}{a} = \frac{a_1}{a_1} = 1 \qquad s_2 = \frac{b}{a},$$

und die Gleichung wird

$$x = \frac{m - a_1}{b - a} \cdot b = \frac{a\,(m - a_1)}{b - a} \cdot \frac{b}{a},$$

oder es ist:

$$\frac{b - a}{a} = \frac{m - a_1}{x} \cdot \frac{b}{a}.$$

Man kann dies im Anschluß an den späteren arabischen Text so aussprechen:

Das Verhältnis $(b - a)/a$ des Überschusses des reinen Bleies über das Gewicht des reinen Kupfers, das ihm an Volumen gleich ist, zu diesem Gewicht des reinen Kupfers ist gleich dem Verhältnis $(m - a_1)/x$ des Überschusses des Gewichtes des Körpers, der aus Kupfer und Blei gemischt ist, über das Gewicht des ihm an Volumen gleich großen Kupfers zu dem Gewichte (x) des Bleies, welches in dem gemischten Körper enthalten ist, multipliziert mit dem Verhältnis b/a des ganzen Gewichtes des reinen Bleies zu dem Gewicht des reinen Kupfers, welches ihm an Volumen gleich ist.

[3]) Nach den späteren Angaben ist das Verhältnis der spezifischen Gewichte $10 : 15 = 1{,}5$, während das von Kupfer und Blei in Wirklichkeit

her, ferner stellen wir einen Körper her aus reinem Blei von einem beliebigen Volumen (Größe *'Jẓm*) und einen Körper aus reinem Kupfer, dessen Volumen gleich dem des Körpers aus reinem Blei ist. Dies ist leicht, indem wir irgendeinen Körper auf den Sand der Gußform der Goldschmiede[1]) legen, wie die Gußform (*Qâlib*)[2]) und in ihren Ort (d. h. in sie) die von uns gewünschte Substanz hineingießen; es entsteht ein Körper, dessen Volumen gleich dem Volumen der Substanz ist, die wir darauf gelegt hatten (abgeformt hatten)[3]).

Dann wägen wir den aus Blei und Kupfer gemischten[4]) Körper und merken uns sein Gewicht. Wir wägen ferner den Körper aus reinem Kupfer, dessen Volumen gleich seinem [des gemischten Körpers] Volumen ist, und merken uns wiederum dessen Gewicht. Es ist stets kleiner als das Gewicht des gemischten Körpers, da er aus reinem Kupfer besteht. Der aus Blei und Kupfer gemischte Körper ist schwerer als Kupfer. Dann wägen wir ferner die beiden gleichgroßen Körper aus reinem Blei und reinem Kupfer und merken uns deren Gewichte; das Gewicht des Kupfers[5]) ist kleiner als das des Bleies. Dann fassen wir den Überschuß des Gewichtes des reinen Bleies über das Gewicht des ihm an Volumen gleichen Kupfers ins Auge.

Wir behaupten[6]): Das Verhältnis des Überschusses [des Gewichtes] des reinen Bleies über das Gewicht des reinen Kupfers zu dem Gewicht des reinen Kupfers, das ihm an Volumen

---

1,3 ist; Kupfer-Bleilegierungen kommen im ganzen selten zur Anwendung; möglich, daß dem Verfasser Kupfer-Zinnlegierungen vorgeschwebt haben; er hat dann aber dem als *Raṣâṣ* bezeichneten Zinn das spezifische Gewicht des Bleies gegeben, das auch manchmal *Raṣâṣ* heißt. Das Beispiel würde dann nur eine mit nicht möglichen Zahlen durchgeführte Übungsaufgabe sein.

[1]) *Tubṇak* ist die Gußform der Goldschmiede, es kommen auch andere Formen des persischen Wortes vor, so *Tatnak*, ein anderer Ausdruck ist *Deritsche*.

[2]) *Qâlib* bedeutet ursprünglich den „Leisten" und ist aus *καλοπόδιον* entstanden (vgl. S. Fränkel, Die aramäischen Fremdwörter, S. 256).

[3]) Der Sinn ist der, daß zunächst in Sand die Form eines Körpers hergestellt wird und diese dann mit Kupfer ausgegossen wird.

[4]) Hier *mumtaziǵ*.

[5]) Statt *Nuḥâ* lies *Nuḥâs*.

[6]) Vgl. die Anmerkung 2, S. 167.

gleich ist, ist gleich dem Verhältnis des Überschusses des Gewichtes des aus Kupfer und Blei gemischten Körpers zu dem Gewichte des Bleies, das in dem gemischten Körper enthalten ist, multipliziert mit dem Verhältnis des ganzen Gewichtes des reinen Bleies zu dem Gewicht des reinen Kupfers, das ihm an Volumen gleich ist. Und was sich aus dem Verhältnis ergibt, das ist das Gewicht des Bleies in dem gemischten Körper, und der Rest von dem Gesamtgewicht ist das Kupfer.

Beispiel hierfür: Das Gewicht des reinen Bleies ist z. B. 15 und das Gewicht eines ihm gleichgroßen Kupferstückes 10 und das Gewicht des gemischten Körpers 12 und das Gewicht des ihm gleichgroßen Kupferstückes 11.

Wir sagen: Das Verhältnis von 5, d. h. des Überschusses des Gewichtes des reinen Bleies über das Gewicht des ihm an Volumen gleichen Kupfers zu dem Gewicht dieses Kupfers d. h. 10, ist gleich dem Verhältnis von 1, d. h. dem Überschuß des Gewichtes des gemischten Körpers über das Gewicht des reinen Kupfers, das an Volumen diesem gemischten Körper gleich ist zu[1]) dem Gewicht des reinen Bleies in dem gemischten Körper multipliziert mit dem Verhältnis von 15 : 10.

Wir multiplizieren[2]) 1 mit 10 und dividieren durch 5, dann kommt 2 heraus[3]); da aber das Verhältnis von 15 : 10 gleich $1^1/_2$ ist, so multiplizieren wir 2 mit $1^1/_2$, und man erhält 3. Und wir wissen, daß in dem gemischten Körper von reinem Blei drei Teile sind und von dem reinen Kupfer neun Teile. Dies ist klar, [denn] wenn das Gewicht des reinen Bleies 15 ist und das des ihm an Größe gleichen Kupfers 10, so entsprechen 3 Teile des reinen Bleies 2 Teilen des reinen Kupfers. Und zieht man von 12, nämlich dem Gewicht des gemischten Körpers, das Gewicht des in ihm enthaltenen Bleies, nämlich drei ab, so bleibt neun, und das ist das Gewicht des Kupfers in dem gemischten Körper. Zieht man ferner von dem Gewicht des reinen Kupfers, dessen Volumen dem des gemischten Körpers gleich ist, es ist elf, zwei ab, so bleibt wiederum neun, und das wollten wir beweisen.

---

[1]) Zu = *ilà* fehlt im Text.

[2]) Im folgenden wird nach der Formel für x, x berechnet.

[3]) Der Text ist hier etwas verderbt, es heißt *mitl wa-Nisf mitl.*

Aus der obigen Abhandlung von *Abû Manṣûr al Nairîzî* geht hervor, daß die Araber die Mischungsregel vollkommen beherrschten und die aus ihr folgenden Konsequenzen zu ziehen wußten, die sie in bestimmte Formeln brachten. Daß sie, wie auch die Griechen, die obige Regel kannten, geht auch sonst daraus hervor, daß sie, wie jene spezifische Gewichte zur Bestimmung der Zusammensetzung von Legierungen benutzten (vgl. z. B. *al Chazinî* S. 102).

II. Betrachtungen von *'Omar al Chajjâmî* über die Bestimmung des Gehaltes von Legierungen zweier Metalle an denselben.

Von dem großen persischen Dichter und Mathematiker *'Omar al Chajjâmî*[1]) ist uns in dem Gothaer cod. Arab. 1158 no. 11 (Katalog Bd. 2, S. 367) ein Traktat über die Bestimmung des Gehaltes von Legierungen erhalten. Während *Abû Manṣûr al Nairîzî* mittels des Verhältnisses der Gewichte gleicher Volumen das obige Problem löst, betrachtet *'Omar al Chajjâmî* im wesentlichen das Verhältnis des Gewichtes der Körper in Luft und Wasser. Dadurch gestaltet sich die Entwicklung außerordentlich umständlich, und es ist bewundernswert, wie er doch zum Schluß zu einem richtigen Resultat gelangt.

Der Text lautet:

Von dem hervorragenden Gelehrten *Abu'l Fatḥ 'Omar Ibn Ibrâhîm al Chajjâmî* über die sinnreiche Betrachtung (*Iḥtijâl*), um zur Kenntnis der Mengen Goldes und Silbers zu gelangen, die in einem aus ihnen zusammengesetzten (*murakkab*) Körper enthalten sind.

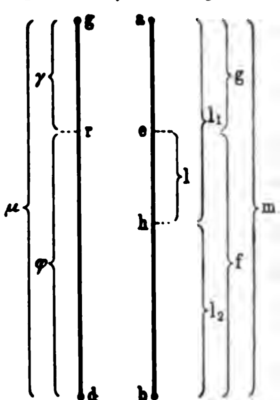
Willst Du die Menge je des Goldes und Silbers in einem aus ihnen zusammengesetzten Körper kennen lernen, so nimm eine Menge reinen Goldes[2]) und bestimme ihr Gewicht in der

---

[1]) *'Omar al Chajjâmî* wurde zwischen 430 und 440 d. H. geboren und starb nach Suter 1123/24, nach Brockelmann u. a. 1121 in *Nîschâpûr*. Über seinen Lebenslauf u. s. w. vgl. Suter, Math. S. 112 no. 266 und in E. Woepcke, L. Algèbre *d'Omar al Khayyâmi*. Paris 1851; Brockelmann Bd. 1, S. 471; Horn, Geschichte der persischen Literatur S. 151 ff.

[2]) Die verschiedenen in Betracht kommenden Größen werden von *al Chajjâmî* als Linien graphisch aufgetragen und an diesen, wie das früher vielfach geschah, die Betrachtungen angestellt. Die Längen entsprechen freilich nicht den richtigen Verhältnissen, da sonst gd viel kleiner

Luft, dann nimm zwei gleiche Wagschalen, die einander entsprechen, von der Wage und einen Wagbalken, der gleiche Teile hat und zylinderische Gestalt. Das Gold tue in die eine der Wagschalen in dem Wasser und in die andere, was es wiegt, und stelle den Wagbalken parallel dem Horizont und erfahre seine [des Goldes] Menge. Dann bestimme das Verhältnis des Luftgewichtes des Goldes zu seinem Wassergewicht. Ebenso nimm reines Silber und bestimme das Verhältnis seines Luftgewichtes zu seinem Wassergewicht.



als ab sein müßte. Die Dimensionen der Figur entsprechen denen im Original. — Um das Verständnis des Textes zu erleichtern, geben wir die Entwicklungen in moderner Form.

Das Gewicht der Legierung in Luft ist $ab = m$, in Wasser $gd = \mu$.

Das Gew. des Goldes in der Leg. in Luft ist $ae = g$, in Wasser $gr = \gamma$.

Das Gew. des Silbers in der Leg. in Luft ist $eb = f$, in Wasser $rd = \varphi$.

Am Ende von e wird nun eine Strecke $eh = l$ aufgetragen, die bestimmt ist durch

$$l : \varphi = g : \gamma,$$

d. h. man trägt eine Strecke l auf, die einer Verlängerung von γ entspricht, wie wenn φ aus Gold bestände. Außerdem sei noch $ah = g + l = l_1$, und $hb = f - l = l_2$ gesetzt.

Wir haben nun zunächst folgende bekannte Relationen:

α) g/γ und β) f/φ haben definierte Werte

1. $l : \varphi = g : \gamma$, also

2. $l_1 : \mu = g : \gamma$.

Aus dieser Gleichung ergibt sich, da μ und g/γ bekannt sind, der Wert von

3. l_1

und da $l_1 + l_2 = m$ ist, auch

3a. $l_2 = m - l_1$.

Nach 1. und β sind l/φ und f/φ bekannt, also auch

4. f/l.

Nun ist $(l + l_2)/f = f/f = 1$.

Man erhält also auch

5. f/l_2.

Aus 4 und 5 ergibt sich

$$l/l_2,$$

und da l_2 bekannt ist, l; daraus, daß

$$l + l_2 = f$$

ist, ergibt sich das Gewicht des Silbers.

Ist das Verhältnis [beim zusammengesetzten Körper] gleich dem Verhältnis des Luftgewichtes zu dem Wassergewicht des Goldes, so besteht der zusammengesetzte Körper aus reinem Gold, und er enthält kein Silber. Ist das Verhältnis gleich demjenigen des Silbers, so besteht der zusammengesetzte Körper aus Silber und enthält kein Gold. Ist das Verhältnis zwischen beiden, so ist er aus beiden zusammengesetzt. Und der Zweck ist, daß wir die Menge eines jeden von beiden in (*bi*) dem Luftgewicht ermitteln.

Und wir setzen voraus, daß die Menge des Goldes ae ist, und zwar ist ae das Luftgewicht des Goldes, und sein Wassergewicht sei gr, ferner sei eb das Luftgewicht des Silbers und rd sein Wassergewicht. Es ist bekannt, daß das Verhältnis ae : gr kleiner ist als das Verhältnis ab : gd, denn das Gold ist in dem Wasser schwerer als ein aus ihm und Silber zusammengesetzter Körper entsprechend dem, dessen Beweis die Naturforscher festgestellt haben. — Das Verhältnis eb : rd ist größer als das Verhältnis ab : gd, da das Silber in Wasser leichter ist als ein aus ihm und Gold zusammengesetzter Körper. Wir setzen das Verhältnis eh : rd [1]) gleich ae : gr, und notwendigerweise ist eh kleiner als eb, und das Verhältnis ae : gr ist gleich dem Verhältnis eh : rd; daher ist das Verhältnis von der ganzen [Strecke] ah zu der ganzen Strecke gd wie ae : gr, wie in dem fünften Buch der Elemente [des Euklid] bewiesen wird.

Das Verhältnis ae : gr ist bekannt, daher ist das Verhältnis ah : gd bekannt, und gd ist bekannt, daher ist ah bekannt und der Wert hb bekannt.

Weiter ist das Verhältnis he : rd bekannt, und ebenso ist das Verhältnis eb : rd bekannt, dann ist bekannt eb : eh, und ebenso zu hb und hb ist bekannt [2]), und es ist [bekannt] die Menge Silbers.

Diese Dinge habe ich bewiesen in den *Muʿṭajât* (Gaben).

Wir geben hierzu ein Beispiel, damit es leichter [zu verstehen] ist. Das Verhältnis des Luftgewichtes des Goldes [3]) zu seinem Wassergewicht sei wie $10^1/_2 : 10$, und das Verhältnis

---

[1]) Es wird ein Hilfspunkt h benutzt.

[2]) Hier fehlt etwas in der Entwicklung; ich habe es in der oben gegebenen Darstellung ergänzt.

[3]) Es ist im Text stets Gold und Silber verwechselt.

des Luftgewichtes des Silbers zu seinem Wassergewicht sei wie 11:10.

Und wir nehmen eine aus ihnen zusammengesetzte Menge und wägen sie in der Luft, und finden sie $10^3/_4$ und wägen sie im Wasser und finden sie 10 und das Verhältnis ist $10 : 10^3/_4$. Das Verhältnis $10 : 10^3/_4$ ist größer als 10 : 11 und kleiner als $10 : 10^1/_2$. Wir wissen daher sicher, daß sie aus ihnen zusammengesetzt ist.

Wir machen die Größe ab des vorhergehenden Beispieles 10 und die Größe gd $10^3/_4$, und ae ist die Menge des Goldes nach der Annahme, wir kennen aber ihre Zahl nicht, und gd ist sein Wassergewicht, und ich sage, daß das Verhältnis ah : gd = ae : gr [1]).

'Omar al Chajjâmî hat auch eine Wage zur Bestimmung der spezifischen Gewichte beschrieben; von ihr berichtet *al Chazinî* S. 87. Leider hat Khanikoff sie nicht abgebildet und auch das Verfahren nicht übersetzt. Er sagt nur: „Ihre Anwendung ist sehr einfach. Ein Stück Gold wird in Luft und dann in Wasser gewogen; dasselbe geschieht mit einem Stück Silber; auch ein Stück des Metalles, von dem man nicht weiß, ob es reines Gold oder Silber oder beide Metalle enthält, wird untersucht. Die Vergleichung der so enthaltenen spezifischen Gewichte dient dazu, die Frage zu entscheiden.

Die Überschrift des betreffenden Abschnittes bei *al Chazinî* (S. 21) lautet Über die Wasserwage in der Gestalt, die der *Imâm 'Omar al Chajjâmî* bespricht, Art sie zu benutzen, und Beweis für sie.

Über eine dem Platon zugeschriebene Abhandlung über spezifische Gewichte.

In dem folgenden dem Platon zugeschriebenen Traktate [2]) wird die Bestimmung der Zusammensetzung von Legierungen von zwei Metallen besprochen. Sie heißen *Raṣâṣ* (Blei oder Zinn) und *Fiḍḍa* (Silber). Der Gewichtsverlust, bezogen auf

---

[1]) Hier bricht das Ganze plötzlich ab. Die wenigen fehlenden Zeilen ergeben sich aus den Entwicklungen am Anfang.

[2]) Nach Prof. Heiberg, der die Übersetzung eingesehen hat, geht der Traktat auf ein griechisches Original zurück, wenn auch natürlich Platon nicht der Verfasser ist.

die Einheit des in Wasser bestimmten Gewichtes[1]), wird zu $^1/_{10}$ und $^1/_{20}$ angegeben, Zahlen, die selbst sehr nahe gleich den spezifischen Volumen sind, und deren reziproke Werte sehr nahe gleich den spezifischen Gewichten sind. Aus diesen Werten ersehen wir, daß es sich nicht um Blei und Silber handeln kann, sondern wahrscheinlich um Silber und Gold, um so mehr als stets von der Zusammensetzung eines Bechers die Rede ist. Wir wollen für die Metalle, um jede Konfusion zu vermeiden, die arabischen Namen *Raṣâṣ* und *Fiḍḍa* beibehalten.

Wir bezeichnen die spezifischen Volumina der beiden Metalle mit $\varrho = {}^1/_{10}$ und $\varphi = {}^1/_{20}$, dasjenige der Legierung mit μ. Ist ferner von *Raṣâṣ* in der Gewichtseinheit eine Menge r vorhanden, so gilt, falls keine Kontraktion eintritt,

$$\varrho\, \mathrm{r} + (1 - \mathrm{r})\, \varphi = \mu \text{ und } \omega = \frac{\mathrm{r}}{1 - \mathrm{r}} = \frac{\mu - \varphi}{\varrho - \mu}.$$

Die Größe ω ist das Verhältnis der Mengen von *Raṣâṣ* und *Fiḍḍa* in der Legierung.

Für drei Fälle wird μ, d. h. der Unterschied zwischen dem Gewicht in der Luft und im Wasser, bezogen auf die Gewichtseinheit im Wasser, angegeben und daraus dann $\mu - \varphi$, $\varrho - \mu$ und ω berechnet, nämlich:

1. $\mu = \frac{2}{30} : \mu - \varphi = \frac{1}{60} \qquad \varrho - \mu = \frac{1}{30} \qquad \omega = \frac{^1/_6}{^1/_3} = 1:2.$

2. $\mu = \frac{3}{40} : \mu - \varphi = \frac{1}{40} \qquad \varrho - \mu = \frac{1}{40} \qquad \omega = \frac{^1/_4}{^1/_4} = 1:1.$

3. $\mu = \frac{5}{60} : \mu - \varphi = \frac{1}{30} \qquad \varrho - \mu = \frac{1}{60} \qquad \omega = \frac{^1/_3}{^1/_6} = 2:1.$

Die Übersetzung des Traktates lautet folgendermaßen.

[Kommentar] von einem byzantinischen Gelehrten zu den Platonischen Worten. Ihre Kommentierung befahl der *Sultân Abu'l Fatḥ Muhammed Chân.* Dann überreichte er sie dessen Sohne *Bâjezîd* nach dem Tode seines Vaters.

Lob sei Gott, der die Gaben des Verstandes und der Sinne verleiht, dem Schöpfer der heiligen und der menschlichen Seelen,

---

[1]) Es ist also nicht, wie es sein sollte, das Gewicht in der Luft zugrunde gelegt; viel würde sich aber dabei nicht ändern, da die beiden betrachteten Metalle hohe spezifische Gewichte haben.

der kennt die Einteilungen der Wesen der Schöpfung und das Beste der Eigentümlichkeiten der Elemente, die die Teile der zusammengesetzten Körper sind.

Heil und Segen über die Fundgrube der Wahrheit und der Reinheit, die Majestät des Propheten Gottes *Muḥammed*, des auserwählten und über seine Verwandten, die frommen und edlen und die Genossen der größten Bevorzugungen, so lange als Tag und Nacht sich folgen und die Monate und die Tage sich zu Jahren aneinanderreihen.

Hiernach: Es hatte unser Herr, der höchste und unser Meister der verehrteste, der Sultan der Sultane des Islam, dem gehorcht wird von den vor Furcht zitternden Geschöpfen, der Sultan über beide Länder[1]) und beide Meere[2]), seine Majestät der selig verstorbene Sultan, der Vater der Eroberung[3]) (*Abu'l Fatḥ Chudâwendkjar*), Gott stütze ihn mit seiner Verzeihung und lasse ihn Ruhe finden auf dem höchsten Söller seines Paradieses, seinen Herrscherwillen darauf gerichtet, daß eine der platonischen Reden (*Kalima*) kommentiert werde, und es kommentiert sie dieser elende, gehorsam seinem Befehl, dem gehorcht werden muß u. s. w.

Hieran schließt sich eine Verherrlichung des Sultans. Der Autor überreicht dann seine Arbeit dem Nachfolger des *Abu'l Fatḥ*.

Und er ist der rechtmäßige Sultan[4]), der siegreiche *Sulṭân Ibn al Sulṭân ben al Sulṭân ben al Sulṭân ben Abî Naṣr Sulṭân Bâjezîd Chân Ben Sulṭân Muḥammad Chân ben Sulṭân Murâd Chân*[5]).

Nach einer Lobpreisung des *Bâjesîd* heißt es dann:

Anfang der platonischen Worte.

Es sagt der Führer aller Edelsten, der Meister der Peripatetiker, der *Imân* der Weisheit par excellence, der, der nach allgemeiner Übereinstimmung der *Schêch* der Weisen ist, Platon (*Iflâṭûn*), der Göttliche, Gott belohnte ihn mit der ihm zuteil gewordenen Belohnung und behandelte ihn gemäß seiner Liebe und seinem Wohlgefallen an ihm.

---

[1]) Europa und Asien.
[2]) Wohl Schwarzes Meer und Mittelmeer.
[3]) Mehmed II. 1451—1481.
[4]) Wohl im Gegensatz zu den bekannten Kronprätendenten *Ǵem*.
[5]) *Bâjesîd* II. 1481—1512.

Wenn der Körper (*Ǵism*) aus zwei Substanzen (*Ǵirm*) zusammengemischt ist, wie der Becher aus *Fiḍḍa*, das mit *Raṣâṣ* verfälscht ist, und wir wissen wollen, wieviel in ihm von jedem der beiden enthalten ist, d. h. wenn wir wissen wollen, wie groß der Betrag an *Fiḍḍa* und der Betrag an *Raṣâṣ* in diesem Becher ist, ohne daß wir das eine von den anderen trennen (reinigen *Tachlîṣ*) . . .[1]), so wägen wir einen jeden von den bekannten Körpern in der Luft und im Wasser und bestimmen den Überschuß des „Luftgewichtes" eines jeden von beiden über das „Wassergewicht", d. h. wir wägen in dem angeführten Beispiel eine beliebige Menge *Raṣâṣ* in Luft, dann wägen wir sie in Wasser: dann übertrifft ihr Gewicht in der Luft ihr Gewicht im Wasser, denn sie haben[2]) festgestellt (bewiesen *taqarrar*), daß der Körper in einer leichteren Flüssigkeit schwerer ist als in einer schwereren Flüssigkeit. Wir wollen nun annehmen, daß dieser Überschuß (*Faḍl*) $^1/_{10}$ des Ursprungs (*Aṣl*)[3]) beträgt. Wir wägen ferner in dem erwähnten Beispiel irgendeine Menge *Fiḍḍa* in Wasser und Luft; offenbar ist ihr Gewicht in Luft größer als in Wasser; aber der Überschuß ist nicht gleich dem bei dem *Raṣâṣ* erwähnten, sondern es ist der Überschuß bei der Gattung (*Ṣûra*) des *Fiḍḍa* kleiner als der Überschuß bei der Gattung des *Raṣâṣ*. Sie haben nämlich wiederum bewiesen, daß die Differenz zwischen dem Luft- und Wassergewicht bei dem leichteren Körper größer ist als bei dem schwereren. Entsprechend dem, was Platon ausgesprochen hat, nämlich daß der Körper in der leichten Flüssigkeit nur um so viel schwerer ist als in der schweren, als der Unterschied im Gewicht beträgt zwischen zwei Teilen jener Flüssigkeiten, die ein gleiches Volumen haben wie jener Körper, ergibt sich: Wenn die Luft kein merkliches (*maḥsûs*) Gewicht besitzt, so ist der Unterschied zwischen dem Wasser- und dem Luftgewicht gleich dem Gewicht einer Wassermenge, deren Volumen dem Volumen jenes [Körpers] gleich ist[4]). Nun besteht kein Zweifel, daß das Volumen des leichteren der beiden Körper größer ist als dasjenige des

---

[1]) . . . hat Dr. Prüfer nicht entziffern können.

[2]) Es sind dies wohl die Naturforscher, s. oben bei *'Omar al Chajjâmi*.

[3]) Gemeint ist das ursprüngliche Gewicht, und zwar, wie aus dem folgenden zu ersehen, das Wassergewicht.

[4]) Der letzte Satz entspricht dem Archimedischen Prinzip.

schwereren, daher ist Differenz der Gewichte bei dem leichteren der beiden Körper größer als bei dem schwereren. Im Anschluß hieran wollen wir annehmen, daß der Unterschied des Luftgewichtes und des Wassergewichtes bei dem *Fiḍḍa* $^1/_{20}$ des ursprünglichen beträgt.

Aus den sämtlichen Gewichten haben wir ausgeschieden die Überschüsse[1]), welche das Luftgewicht zeigt, diese haben wir uns eingeprägt, da sie die wichtigen für uns bei der Lösung der Aufgabe sind (die Gesamtheit der [übrigen] Gewichte kommt nicht in Betracht), nämlich die Werte [ϱ] $^1/_{10}$ und [φ] $^1/_{20}$ in dem erwähnten Beispiel.

Aus dem von uns Bewiesenen ergibt sich, daß wir bei dieser Aufgabe nicht bestimmen müssen das Gewicht dieses Bechers aus reinem *Fiḍḍa* und ebenso nicht sein Gewicht aus reinem *Raṣâṣ*, d. h. nicht wägen müssen einen ebense großen Becher aus reinem *Fiḍḍa* oder *Raṣâṣ*; denn dies ist schwierig, wenn dieser gemischte Körper ein großer Körper ist. Und der, der dieses Werk ausführt, braucht auch nicht soviel reine Substanz von einem der beiden Körper zu haben, als diesem gemischten Körper entspricht, sondern es genügt uns, daß wir irgendeine beliebige Menge von einem jeden der beiden Körper wägen; auch braucht diese Menge nicht bei beiden gleich zu sein. Denn wenn der Überschuß irgendeiner Menge des bekannten Körpers $^1/_{10}$ des Wassergewichtes beträgt, so ist diese Größe gemäß jener Rechnung stets vorhanden, einerlei ob die Menge [des gewogenen Körpers] groß oder klein ist. Wir haben bewiesen, was wir sagten.

Wir nehmen die Überschüsse $^1/_{10}$ und $^1/_{20}$ in dem erwähnten Beispiel an und beginnen mit den Rest der Aufgabe. Wir wägen den gemischten Körper, d. h. den erwähnten Becher entsprechend dem, wie wir es festgesetzt haben, in Wasser und in Luft; wir bestimmen den Überschuß seines Luftgewichtes über das Wassergewicht entsprechend dem oben ausgeführten, nämlich daß jeder Körper in einer leichten Flüssigkeit schwerer ist als in einer schweren; diesen Unterschied brauchen wir unbedingt, daher scheiden wir ihn aus und prägen ihn uns ein, da er für uns

[1]) Es sind gemeint die Überschüsse bezogen auf das Wassergewicht.

bei der Aufgabe das wichtige ist und nicht das Gewicht des ganzen Bechers.

Wie groß aber auch der Überschuß des Luftgewichtes bei dem zusammengesetzten (*murakkab*) Körper sein mag, stets liegt er zwischen den beiden früher erwähnten Überschüssen, und zwar ist er stets kleiner als der Überschuß des leichteren und größer als der Überschuß des schwereren Körpers.

Bei dem erwähnten Becher würde, wenn er aus reinem *Raṣâṣ* bestände, der Überschuß des Luftgewichtes über das Wassergewicht $^1/_{10}$ des Wassergewichtes betragen und, wenn er reines *Fiḍḍa* wäre, $^1/_{20}$ des Wassergewichtes.

Ist er aus diesen beiden zusammengesetzt, so ist dieser Überschuß notwendigerweise kleiner als $^1/_{10}$ und größer als $^1/_{20}$.

Wir nahmen nun an, daß er (das in den obigen Formeln benutzte μ) $^2/_{30}$ ist.

Dann ist das Verhältnis von dem, was in ihm, d. h. in dem zusammengesetzten Körper enthalten ist, nämlich von dem leichteren, dem *Raṣâṣ* {so wie wir es auseinandersetzten, entsprechend dem, was der Beweis dafür angibt, wenn Gott, erhaben ist er, es will; (es ist offenbar, daß es heißen muß, von dem leichteren der beiden Körper, und daß die Änderung des Textes von dem Abschreiber herrührt)}[1]), zu dem, was von dem anderen Körper, z. B. dem *Fiḍḍa*, sich in ihm befindet, entsprechend unserer Auffassung gleich dem Verhältnis der Differenz der Unterschiede der Luft- und Wassergewichte bei dem gemischten Körper und dem *Fiḍḍa* zu der Differenz dieser Unterschiede bei dem *Raṣâṣ* und dem gemischten Körper[2]).

---

[1]) Das in { } enthaltene Stück ist ein Einschiebsel in die Entwicklung. Das in ( ) stehende Stück bezieht sich wohl darauf, daß in dem Original, nach dem unser Text bearbeitet ist, statt „leichter" „schwerer" stand; vgl. auch w. u.

[2]) Der Text ist wohl an dieser Stelle nicht korrekt überliefert. Ich habe ihn dem richtigen Sinne nach übersetzt. Bei den vielen vorkommenden „Differenzen etc." konnte leicht eine Verwirrung eintreten. Das behandelte Verhältnis entspricht $(\mu - \varphi) : (\varphi - \mu)$, wir haben den Überschuß von μ über φ und den Unterschuß von μ unter φ. Dem entsprechen auch die im Text vorkommenden Ausdrücke *Tafâwut* und *Zijâda*. — Solche Verhältnisse (*Mesotäten*) hat ja schon das Altertum vielfach behandelt; vgl. z. B. Cantor, Gesch. d. Math., 2. Aufl., Bd. 1, S. 154 u. 226. G. Loria, Storia delle scienze esatte nell' antichità (Mem. dell' Accad. in Modena, Bd. 12, S. 149 ff. 1902).

Es ist also das unbekannte Verhältnis, welches wir in dem angeführten Beispiel kennen lernen wollen, nämlich das Verhältnis des *Raṣâṣ* zum *Fiḍḍa* in dem angenommenen Becher, wie das Verhältnis von $^1/_{60}$[1]) zu dem Überschuß von $^1/_{10}$ [dem für den leichteren Körper charakteristischen Überschuß] über den Unterschied zwischen dem Luft- und Wassergewicht des gemischten Körpers, d. h. $^2/_{30}$, und dieser Unterschied ist $^1/_{30}$[2]).

Das Verhältnis von *Raṣâṣ* zu *Fiḍḍa* in dem gegebenen Becher ist wie das Verhältnis von $^1/_6 : ^1/_3$, entsprechend dem, was wir angenommen haben. Nun ist $^1/_6$ die Hälfte von $^1/_3$, und das *Raṣâṣ* bildet die Hälfte des *Fiḍḍa*. Die Kenntnis des Gesuchten erhalten wir aus der erwähnten Operation.

Setzen wir den Überschuß in dem gegebenen Becher $^3/_{40}$, so ist das Verhältnis des *Raṣâṣ* zum *Fiḍḍa* das Verhältnis $^1/_4 : ^1/_4$; das *Raṣâṣ* ist gleich dem *Fiḍḍa*.

Setzen wir den Uberschuß in dem gegebenen Becher $^5/_{60}$, so ist das Verhältnis des *Raṣâṣ* zum *Fiḍḍa* $^1/_3 : ^1/_6$, d. h. die Menge des *Raṣâṣ* ist doppelt so groß als die des *Fiḍḍa*.

So ist es bei allen Arten des Verhältnisses. Nur[3]) haben wir den **einen** der Körper als den leichteren bestimmt, denn wenn im ersten Beispiel das Verhältnis $^1/_6 : ^1/_3$ das Verhältnis von *Fiḍḍa* zu *Raṣâṣ* ist, so ist der Überschuß des zusammengesetzten Körpers nicht $^2/_{30}$ . . .[4]) und $^1/_{60}$, d. h. $^5/_{60}$, obgleich es von dem vorausgesetzten abweicht. Es ist dies der Fall, weil das *Raṣâṣ*, wenn es das Doppelte des *Fiḍḍa* $^2/_3$ des Bechers

---

[1]) Statt $^1/_{60}$ steht hier *al suds*, d. h. $^1/_6$, und so auch in anderen Fällen. — $^1/_{60}$ kommt heraus aus $(\mu - \varphi) = (^2/_{30} - ^1/_{20})$. Auch hier scheint der folgende Text nicht ganz korrekt zu sein.

[2]) Von $\varrho - \mu$.

[3]) Bei den ersten Betrachtungen ist stets von dem *Raṣâṣ* ausgegangen, das als der leichtere der beiden Körper bezeichnet wird; sein Gewichtsverlust ist zu $^1/_{10}$ ausgegeben, es wird das Verhältnis *Raṣâṣ* zu *Fiḍḍa* bestimmt. In den folgenden Ausführungen wird nun gezeigt, daß man nicht vom *Fiḍḍa* ausgehen kann, die obigen Verhältnisse nicht etwa als das Verhältnis *Fiḍḍa* : *Raṣâṣ* bedeuten können, wie sich wohl in einem anderen Text findet bezw. in dem, aus dem der vorliegende abgeschrieben ist. Es wird gezeigt, daß bei einem Körper, in dem das Verhältnis von *Fiḍḍa* zu *Raṣâṣ* $^1/_{60} : ^1/_{30}$ ist, man den Überschuß nicht zu $^2/_{30}$, sondern zu $^5/_{60}$ findet; (das geht ja aus dem letzten Beispiel an sich hervor) u. s. w.

[4]) Hier scheint etwas zu fehlen, nämlich „sondern $^2/_{30}$“, und es würde heißen „nicht $^2/_{30}$, sondern $^2/_{30}$ und $^1/_{60}$“.

bildet und $^1/_3$ desselben *Fiḍḍa* ist; dann kommt nach der Voraussetzung der Überschuß von $^1/_{10}$ des Wassergewichts zwei Dritteln und der von $^1/_{20}$ des Wassergewichts einem Drittel zu, und das ist $^2/_{30}$ des Ganzen und $^1/_{60}$ desselben.

Ist das Verhältnis $^1/_3 : ^1/_6$ im dritten Beispiel das Verhältnis von *Fiḍḍa* zu *Raṣâṣ*, so kann der Überschuß des zusammengesetzten Körpers nicht $^5/_{60}$ sein, sondern $^2/_{30}$, und dies stimmt nicht mit der Voraussetzung. Dies kommt daher, weil, wenn an *Fiḍḍa* doppelt soviel als an *Raṣâṣ* vorhanden ist, $^2/_3$ des Bechers aus *Fiḍḍa* und $^1/_3$ aus *Raṣâṣ* bestehen, dann kommt der Überschuß von $^1/_{20}$, zwei Dritteln und der von $^1/_{10}$ einem Drittel zu, das sind $^2/_{30}$ des Ganzen.

Die platonische Dissertation (*Risâla*) ist vollendet durch meine Hände, nämlich diejenigen des armen niedrigen Sklaven *Maulânâ Musliḥ al Dîn*, des Sohnes unseres Herrn *Sinân* (es verzeihe ihnen beiden der Erbarmer), nach dem Nachmittagsgebet am Freitag dem 28. Tage des Monates *Raǵab al muraǵǵab*[1]) (geehrt) von den Monaten des Jahres 905 d. H. (1500 n. Chr.).

Resultat.

Die drei oben mitgeteilten Abhandlungen enthalten drei verschiedene Methoden zur Bestimmung der Mengen der Komponenten in Gemischen zweier Substanzen.

Bei *Manṣûr* werden direkt die Volumen der Komponenten und des Gemisches verglichen, es ist das die einfachste Methode[2]).

In dem Platon zugeschriebenen Traktat werden die Gewichtsverluste in Wasser als Bruchteil des Gewichtes in Wasser der Berechnung zugrunde gelegt.

Am kompliziertesten ist das Verfahren von *'Omar al Chajjâmî*, der von dem Verhältnis des Gewichtes in Luft und Wasser ausgeht.

---

[1]) Die Monate haben im Arabischen ehrende Beinamen.

[2]) Vgl. hierzu eine spätere Abhandlung über *al Bêrûnî*.

Beiträge
zur Geschichte der Naturwissenschaften. IX.

Von Eilhard Wiedemann.

Zu der Astronomie bei den Arabern.

In der Enzyklopädie *Qâṣid al Irschâd* „Leitung des Strebenden“, aus der ich schon Stücke (vgl. Beiträge V) veröffentlicht habe[1]), findet sich auch der in der folgenden Mitteilung enthaltene Abschnitt, dessen Publikation in der Übersetzung auch von einem der besten Kenner auf diesem Gebiete, Herrn Prof. Nallino in Palermo, mir als sehr wünschenswert bezeichnet wurde. Diesem Forscher, der mich auf das mannigfachste mit seinem Rat unterstützt hat, sage ich wie Herrn Prof. Jacob auch an dieser Stelle den besten Dank. Den Verfasser der obigen Schrift habe ich früher kurz nach einem seiner Beinamen als *al Anṣârî* bezeichnet. Steinschneider ebenso wie andere haben, wie ich nachträglich finde, ihn wohl zweckmäßiger mit dem nicht bei so vielen Gelehrten vorkommenden Beinamen *al Sachâwî* charakterisiert. (Über den Namen unseres Gelehrten vgl. Steinschneider, Z. D. M. G. Bd. 49, S. 260. 1895).

Abhandlung über die Astronomie[2]).

Sie ist eine Wissenschaft, aus der man die Beschaffenheiten (*Aḥwâl*) der einfachen Körper, sei es der oberen, sei es der

---

[1]) Außer dem Druck konnte ich noch eine sehr gute, von ersteren nur wenig abweichende Handschrift aus Gotha no. 163 benutzen.

[2]) Hingewiesen sei auf das Kapitel über Astronomie von *Ibn Chaldûn*, Prolegomenen Bd. 3, Text S. 105, Übers. S. 145.

H. Chalfa hat nur den Titel dieser Wissenschaft, Bd. 6, S. 506, aber keine eingehende Besprechung.

H. Chalfa gibt Bd. 1, S. 35/36 folgende Übersicht über die Zweigwissenschaften der astronomischen Wissenschaft (die eingeklammerten Stellen geben an, wo dieselben behandelt sind; wo kein Zitat sich findet, ist keine Besprechung vorhanden). Es heißt: Ihre Zweige sind: 1. Wiss. von den astronomischen Tafeln und Kalendern (Bd. 3, S. 556; s. w. u.). 2. Wiss. von der Berechnung der Gestirne (Bd. 3, S. 63 enthält nur eine kurze

Angabe). 3. Wiss. vom Schreiben der Kalender. 4. Wiss., wie man Beobachtungen anstellt. 5. Wiss. von den Beobachtungsinstrumenten (Bd. 1, S. 394; der Artikel ist sehr ausführlich, eine große Anzahl von Beobachtungsinstrumenten wird erwähnt, einzelne werden auch beschrieben *α*). 6. Wiss. von der Bestimmung der Zeiten. 7. Wiss. von den Schatteninstrumenten (Bd. 1, S. 399; s. w. u.). 8. Wiss. von den Sphären (Bd. 1, S. 388; gehandelt wird von der Lehre von den Eigenschaften der Kugel). 9. Wiss. von den sich bewegenden Sphären (Bd. 1, S. 389; im Anschluß an das vorige werden die verschiedenen Werke über die bewegten Sphären von Autolykus bis *Naṣîr al Dîn* besprochen). 10. Wiss. von der Projektion der Kugel auf die Ebene (Bd. 2, S. 288; s. w. u.). 11. Wiss. von den Bildern der Sterne (Bd. 4, S. 118; ein paar Büchertitel werden angegeben). 12. Wiss. von den Größen der oberen Körper. 13. Wiss. von den Stationen des Mondes. 14. Wiss. von der Geographie (Bd. 2, S. 601; besonders besprochen wird die Geographie des Ptolemäus, dabei wird auch die Verderbtheit des Textes hervorgehoben. 15. Wiss. von den Wegen der Länder (zahlreiche Werke mit dem Titel von den Wegen der Reiche finden sich Bd. 5, S. 509). 16. Wiss. von den Poststationen und den Entfernungen derselben [von einander] (Bd. 2, S. 42). 17. Wiss. von den Eigentümlichkeiten der Klimate. 18. Wiss. von den *Adwâr* (Zyklus von 360 Sonnenjahren) und den *Akwâr* (Zyklus von 120 Mondjahren) (kurz erwähnt Bd. 1, S. 226; behandelt werden die Veränderungen im Ablauf dieser Perioden). 19. Wiss. von den Konjunktionen (*al Qirânât* in astrologischen Sinn) (Bd. 4, S. 509; kurze Notiz). 20. Wiss. von den Voraussagungen (bei öffentlichen Dingen *Malâḥim*). 21. Wiss. von den festgesetzten Zeiten (für Wallfahrten, Messen, Ernten etc.). 22. Wiss. von den Stunden des Gebetes. 23. Wiss. von dem Aufstellen der Astrolabe. 24. Wiss. von der Benutzung des Astrolab. 25. Wiss. von der Aufstellung des mit Sinus versehenen (*muǵajjab*) Quadranten und der Parallelkreise zum Horizont (*Muqanṭara*). 26. Wiss. von der Anwendung des Quadranten. 27. Wiss. von den Instrumenten der Stunden (Bd. 1, S. 398; vgl. Beiträge III, S. 255 und V, S. 408).

In den *Mafâtiḥ* (S. 209) wird die Lehre von den Sternen (*'Ilm al Nuǵûm*) in vier Kapiteln behandelt. 1. Über die Namen der Wandelsterne, der Fixsterne und ihre Bilder. 2. Über die Zusammensetzung der Sphären, die Gestalt der Erde und was sich dem anschließt. 3. Über die Anfangsgründe der Weissagungen und die Axiome ihrer Vertreter. 4. Über die Instrumente *β*) der Astronomen.

α) Eine sehr vollständige Zusammenstellung der Schriften über das Astrolab u. s. w. gibt Steinschneider in der Orient. Literaturzeitung 1901 ff. in seinen Bemerkungen zu Suter, Die Mathematiker und Astronomen der Araber. Die Abhandlungen sollen gesammelt erscheinen.

β) Über die dort (S. 235) erwähnte *Mukḥula* ist in der Bibliothek der orthodoxen Christen in *Beirût* eine Dissertation mit dem Titel: Über die *Mukḥula* zum kennen lernen der Stunden des Gebetes von *Abû Muḥammed 'Abd Allâh Ibn Qâsim Jaḥjâ* aus Sizilien (*al Maschriq* 1906, S. 18, Z. 15. Herr Prof. Cheikho teilt mir mit, daß *al Mukḥula* eine Sonnenuhr ist).

unteren [1]), kennen lernt, ferner deren Gestalten und Stellungen, die Entfernungen zwischen ihnen, die Bewegungen der Sphären und der Planeten (*Kaukab*) und die Größe der himmlischen Körper und der Sphären. Sie behandelt die erwähnten Körper mit Rücksicht auf ihre Anzahl, ihre Stellungen, ihre Bewegungen, die mit ihnen untrennbar vorhanden sind. Ihre Grundteile sind vier.

In dem ersten wird untersucht, was alle Sphären betrifft und die Stellung und die Verhältnisse der einen gegenüber den anderen, und der Nachweis, daß sie sich bewegen, die Erde aber ruht.

In dem zweiten werden die Bewegungen der himmlischen Körper klar gelegt, sowie daß sie alle kugelförmig sind, wie viele es von ihnen gibt, und wie sie beschaffen sind, und was davon freiwillig und was unfreiwillig ist, und die Himmelsgegenden [2]), in denen sie sich befinden, sowie der Weg, um den

---

Über die Astronomie handelt auch *Ibn Chaldûn*. Prolegomenen, Übersetzung Bd. 3, S. 123.

[1]) Zu dieser Stelle macht mich Prof. Nallino auf eine Stelle in *al Ǵaǵmînî Mulachchaṣ fi'l Haia*, Compendium der Astronomie, übersetzt von Rudloff und Hochheim, Z. D. M. G. Bd. 47, S. 213. 1893; 48, S. 219—220. 1894, aufmerksam. Die Stelle lautet folgendermaßen (die arabischen Worte sind von Nallino den Handschriften von *al Ǵaǵmînî* in Neapel und Cairo entnommen):

Die Körper werden in zwei Klassen eingeteilt: in einfache (*al basâiṭ*), d. h. in solche, die sich nicht in Körper von anders gearteter Beschaffenheit zerlegen lassen, und in zusammengesetzte (*al murakkabât*), d. h. in solche, die wieder in Körper von anderer Art zerlegt werden können, wie z. B. die Mineralien, die Pflanzen, die Tiere. — Von den einfachen Körpern gibt es zwei Arten, nämlich die Elemente (*al 'Anâṣir*), d. h. die Erde, das Wasser, die Luft und das Feuer; und die ätherischen Körper (*al Aǵrâm al aṯîrîja*), d. h. die Sphären und die Gestirne in ihnen.

Die oberen einfachen Körper sind die Fixsterne, die Sonne und die fünf Planeten, die unteren einfachen Körper sind der Mond und die Erde.

Zu *al Ǵaǵmînî* vgl. Suter, Math. S. 164, no. 403, ferner in den Nachträgen, sowie C. A. Nallino, Z. D. M. G. 48, S. 120. 1894. Er dürfte im 14. Jahrhundert gelebt haben.

In dem Werk *al Ǵaǵmînîs* kommen, was interessant ist, keine astrologischen Betrachtungen vor; er spricht sich über dieselben mit einer bei den Orientalen seltenen Vorurteilsfreiheit folgendermaßen aus: Wo ich mich in Gefahr sah, Phantasien und Truggebilden nachzujagen, da hielt ich an mich und hütete mich sorgfältig vor weitschweifigem Gerede.

[2]) *Ǵiha* bedeutet in der Astronomie *plaga Caeli*, sei es, daß man auf den Horizont (z. B. bei den vier Hauptpunkten), sei es auf den Äquator oder die Ekliptik Bezug nimmt.

Ort eines jeden der Sterne in den Graden der Tierkreisbilder zu jeder Zeit kennen zu lernen. [Sie behandelt ferner], was sich an die himmlischen Bewegungen anschließt, wie die Mond- und Sonnenfinsternis u. s. w.

In dem dritten wird gehandelt von der Erde und von ihrem bewohnten und unbewohnten Teil, von der Einteilung des bewohnten Teiles in Klimate und von den Eigenschaften der Wohnorte und davon, wie diese mit der täglichen Bewegung [der Himmelssphäre] zusammenhängen, und von dem, wie damit die Orte der Auf- und Untergänge[1]) und die Längen der Tage und Nächte zusammenhängen.

In dem vierten werden die Größen der Körper der Sterne und ihre Entfernung und die Ausmessung der Sphären klar auseinander gesetzt.

Zu den kurzen Werken über diesen Gegenstand gehört der *Almagest* von *al Abahrî*[2]), zu denen von mittlerem Umfang die Astronomie von *Ibn Aflaḥ*[3]), zu den ausführlichen der *al Masʿûd* gewidmete Kanon von *Abû'l Raiḥân al Bêrûnî*[4]) und der Kommentar zum Almagest von *al Tibrîzî*[5]); diese Werke stützen sich auf die Geometrie, da ihre Prämissen geometrische Beweise sind.

Wir wenden uns nun zu den Werken, welche diese [geometrischen Prämissen] auslassen, und in welchen man sich damit begnügt, diese Dinge ohne Beweis darzustellen (d. h. wohl rein empirisch).

Zu den kurzen gehört das Erinnerungsbuch (Memorial) (*Tadkira*) von dem *Chôǵâ Naṣîr al Dîn al Ṭûsî*[6]) und zu den

---

[1]) Dies bezieht sich nicht nur auf das Auf- und Untergehen der Sonne, sondern auch auf das Auf- und Untergehen irgend eines Sternes oder Planeten (gerade und schiefe Aszensionen, Amplituden des Aufganges und Unterganges).

[2]) Vgl. Suter, Mathematiker S. 145, Nr. 364.

[3]) Vgl. Suter, Mathematiker S. 119, Nr. 284.

[4]) Vgl. Suter, Mathematiker S. 98, Nr. 218 und Nachträge.

[5]) *Tibrîzî* war ein bedeutender Philolog; vgl. Brockelmann I, S. 279. Es ist hier zu lesen *Nairîzî* (Suter S. 45, Nr. 88), der auch in der Tat einen Kommentar zum Almagest verfaßt hat (vgl. in dem Artikel Ptolemäus bei *Qifṭî*). Eine Handschrift des *Qifṭî* enthält übrigens dieselbe Verwechselung und hat *Tibrîzî*.

[6]) Vgl. Suter, Mathematiker S. 146, Nr. 368 und Nachträge.

mittellangen die Astronomie von *al 'Urḍî*[1]) und zu den ausführlichen die höchste erreichbare Stufe der Erkenntnis (*Nihâjat al Idrâk*) von *al Quṭb al Schîrâzî*[2]).

Die Alten haben sich stets für die Form der Sphären mit abstrahierten Kreisen begnügt, bis *Ibn al Haiṭam* offen aussprach, daß sie körperlich seien, und die mit ihnen notwendig verbundenen Eigenschaften und ihre Beschaffenheit auseinandersetzte; ihm folgten dann die Späteren.

Von *Ptolemäus* gibt es ein Buch über die Beschaffenheiten (*Aḥwâl*) der Wohnorte und Klimate, ein Buch, das unter dem Namen Geographie bekannt ist; es ist in seinem Wesen nach vollkommener, nur sind die meisten seiner Benennungen bei uns unverständlich, weil sie Eigennamen sind, welche aus der griechischen Sprache in ihrer [griechischer] Form transkribiert wurden (*nuqilat*), und das Werk[3]), „das Ergötzen des Sehnsüchtigen über das Durchmessen der Gegenden". In ihm findet sich ein Widerspruch in bezug auf die Einteilung der Klimate, weil sein Verfasser, obwohl er von den Wegen und Reichen[4]) infolge seiner Reise[5]) durch die Gegenden Kenntnis hatte, er doch unberührt von der Wissenschaft der Gestalt der Sphären (d. h. der Astronomie)[6]) war.

Der in ihrem [der Astronomie] Wesen gelegene Nutzen beruht auf der Höhe der Objekte[7]), der Festigkeit ihrer Beweise und

---

[1]) Wahrscheinlich *Muajjad al Dîn al 'Urḍî*, ein Mitarbeiter von *Naṣîr al Dîn al Ṭûsî* (Suter, S. 147).

[2]) Vgl. Suter, Mathematiker S. 158, Nr. 387.

[3]) Es ist dies das große Werk von *al Edrîsî*; vgl. Brockelmann, arab. Literaturgeschichte I, S. 477.

[4]) Dies ist ein gewöhnlicher Ausdruck bei den Titeln von geographischen Werken.

[5]) Statt *li Ǵauba* ließ *li Ǵaubihi*.

[6]) Wahrscheinlich fand der Verfasser, daß *Edrîsî* Irrtümer begangen hatte, indem er gewisse Länder und Gegenden eher einem Klima als einem anderen zuschrieb. *Edrîsî* beschreibt die Gegenden nach Klimaten, daher findet sich z. B. die Beschreibung Italiens teils in dem Buch, das vom vierten, teils in demjenigen, das vom fünften Klima handelt. Vgl. H. Chalfa Bd. 6, S. 333.

[7]) So heißt es z. B. von *al Battânî* (ed. Nallino Bd. 1, S. XI): Er war ein Weiser, bewandert in der feinen Unterscheidung der Teile der philosophischen Wissenschaften. — Sein Vermögen verwandte er auf die Sternwarte (*Raṣad*).

der Sicherheit ihrer Angaben, ferner auf Dingen, welche die treffliche Seele liebt, wie die Schönheit der Linienführung (*Tachṭîṭ*) und des in das richtige Verhältnis Setzens (*Ta'dîl*) und der Vollkommenheit der Abbildung (*Taṣwîr*) und Gestaltung (*Taschkîl*). So kamen in die göttliche Offenbarung[1]) zahlreiche Stellen, welche zur Betrachtung dieser Wissenschaft und ihrer Objekte aufmuntern. Ihr Nutzen besteht ferner darin, daß sie die Denkkraft anregt in Beziehung zu der richtigen Feststellung der Zeiten, bei dem, was mit dem Gottesdienste, den Geschäften, der Heilkunde, den Weissagungen aus den Sternen, den Anwendungen der Magie und der Landwirtschaft zusammenhängt.

---

[1]) Eine Stelle, die dieselben Gedanken zum Ausdruck bringt, und auch die *Qorân*stellen, in denen astronomische Gegenstände behandelt sind, findet sich bei *al Battânî* (ed. Nallino Bd. 1, S. 5); wir teilen sie als besonders charakteristisch hier mit:

„Unter den edelsten, vorzüglichsten und ältesten Wissenschaften, unter denen, welche ganz besonders das Herz erfreuen, den Geist schmücken, den Verstand und das Betrachtungsvermögen schärfen, der Einsicht als Brennstoff und dem Scharfsinn zur Übung dienen, kommt nach den Dingen, welche jeder Mensch von den Gesetzen und Einrichtungen der Religion kennen muß, die Wissenschaft von den Sternen. Dies ist der Fall wegen des höchsten Ergötzens und der hervorragenden Nützlichkeit, die da bieten die Kenntnis der Länge der Jahre und Monate, die Kunst des Messens der Stunde, die Teile der Zeiten, die Zu- und Abnahme von Tag und Nacht, die Orte und Verfinsterungen von Sonne und Mond, das Vorrücken und Zurückgehen der Gestirne und die veränderlichen Figuren [die die Fixsterne und einige Planeten gegenüber der Sonne erzeugen], die Ordnung der Sphären, sowie gewisse andere Dinge, die mit denen verwandt sind, zu denen der Mensch bei fleißiger Betrachtung dieser Dinge und täglicher eifriger Erwägung gelangt ist, nämlich zu dem Beweis der Einheit Gottes und der Erkenntnis der ungeheuren Größe, der höchsten Weisheit, der größten Macht, der Eleganz seiner Tat. Es sagt nämlich der Beste und Höchste Gott: In der Schöpfung des Himmel und der Erde, in dem Wechsel von Nacht und Tag, sind ohne Zweifel Zeichen für die Verständigen (Sure 3, vers 187). — Gepriesen sei der, der die Zeichen des Tierkreises in den Himmel gesetzt hat (Sure 25, vers 62). — Er ist es, der Tag und Nacht in ihrem Wechsel eingesetzt hat (Sure 25, vers 65). — Jener ist es, der bestimmt hat den Glanz der Sonne und das Leuchten des Mondes und deren Stellungen, damit ihr die Zahl der Jahre und die Berechnung erkennt (Sure 10, vers 5) — Sonne und Mond sind nach bestimmtem Verhältnis (Sure 55, vers 4).

Dazu kommen noch viele andere Stellen in dem Buche des Besten und Größten Gottes, die jetzt beizubringen und als Zeugnis anzuwenden zu weit führen würde."

Die Gelehrten teilen das Studium der Astronomie[1]) in das obligatorische, das anempfohlene, das erlaubte, das gemißbilligte und das verbotene. Obligatorisch ist das Studium, um aus ihm die Kenntnis der für die verschiedenen gottesdienstlichen Handlungen bestimmten Zeiten zu erhalten. Anempfohlen ist das Studium, um aus ihm Beweise für die Existenz, die Allwissenheit und Allmacht des Schöpfers zu erhalten. Erlaubt ist das Studium in bezug auf den Einfluß, die die anderen Gestirne [auf die Erde] infolge ihres gewöhnlichen Laufes und nicht infolge ihrer Natur ausüben. Gemißbilligt ist der Glaube, daß die Sterne einen Einfluß infolge ihrer Natur ausüben [also ist die Astrologie gemißbilligt]. Verboten ist der Glaube, daß die Sterne unabhängig wirken und Anbetung verdienen; das ist reine Gottlosigkeit, von der wir unsere Zuflucht zu Gott nehmen.

Von ihr (der Astronomie) zweigen sich fünf Wissenschaften ab: 1. Die Wissenschaft der Tafeln (Ephemeriden). 2. Die Wissenschaft der Kalender. 3. Die Wissenschaft über die Art des Beobachtens. 4. Die Wissenschaft des Ebenmachens der Kugeln und der Instrumente, welche sich daraus ergeben. 5. Die Wissenschaft der Schattenapparate.

Diese Einteilung beruht auf folgendem:

Entweder forscht man nach der Entdeckung von solchem, das durch die Tat bewiesen wird oder nicht. Im zweiten Fall haben wir es mit der Art der Beobachtung zu tun. Im ersten Fall handelt es sich entweder um die Berechnung der Operationen [die zu machen sind] oder darum, wie man zu ihrer Kenntnis

---

[1]) Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Schätzung der astronomischen und astrologischen Studien vom theologischen Gesichtspunkt aus. Der Verfasser bezieht sich auf die fünf Kategorien, in welche die muhammedanischen Theologen und Juristen die positiven und negativen Vorschriften des Gesetzes des *Islâm* einteilen: 1. *Al Wâǵib*, das Notwendige, das streng Obligatorische für alle Gläubigen. 2. *Al Mandûb*, das Anempfohlene, d. h. das, was nicht in absoluter Weise befohlen, aber als fromme Handlung empfohlen ist, so daß seine Erfüllung von Gott belohnt, seine Unterlassung aber nicht bestraft wird. 3. *Al Mubâḥ*, das Erlaubte, d. h. Handlungen, die in bezug auf das göttliche Gesetz ganz indifferent sind. 4. *Al Makrûh*, das Gemißbilligte, d. h. Handlungen, die man besser unterläßt, die aber doch, wenn sie begangen werden, nicht bestraft werden. 5. *Al Maḥẓûr*, das Verbotene, in absoluter Weise.

mittels der Apparate gelangt. Das erste bezieht sich entweder auf die Sterne an sich, dann hat man die Wissenschaft der Tabellen und Ephemeriden (*Taqâwîm*), oder nicht, dann handelt es sich um die Kalenderwissenschaft. Die Instrumente sind Strahlen- oder Schatteninstrumente. Diese Wissenschaften wollen wir behandeln, wie sie eben aufgeführt sind.

Die Wissenschaft der Tabellen (*Zîǵât*)[1]) und Ephemeriden (*Taqâwîm*) ist eine Wissenschaft, durch die man die Größe der Bewegungen losgelöst von allgemeinen Prinzipien kennen lernt. Ihr Nutzen besteht in der Kenntnis des Ortes eines jeden der 7 Wandelsterne[2]) (d. h. Sonne, Mond und die 5 Planeten) im Verhältnis zu seiner Sphäre und der Ekliptik (Sphäre oder Kreis des Tierkreises), ihres Fortwanderns, ihrer Rückkehr, ihrer Rechtläufigkeit (*Istiqâma*), ihres sich nach Osten und nach Westen wendens und ihrer Erscheinung und ihres Verschwindens zu jeder Zeit und an jedem Ort und dessen, was diesem ähnlich ist von den Applikationen (Aspekte)[3]) des einen von ihnen zu dem anderen, und der Sonnen- und Mondfinsternisse und, was in ähnlicher Weise sich ereignet (z. B. die gegenseitigen Okkultationen der Planeten).

Die Tabellen die nach der Zeit der Beobachtung am nächsten stehen, ist die *holâkûnische* Tabelle[4]). Die Ägypter zu unserer

---

[1]) Bei H. Ch. ist eine große Anzahl von Tafeln aufgezählt; besonders ausführlich ist dabei die Herstellung des *Îlchânischen* durch *Naṣîr al Dîn al Ṭûsî* behandelt. Hierbei sind die Hauptsternwarten, die vor derjenigen von *Marâǵa*, wo *al Ṭûsî* wirkte, erwähnt; nämlich diejenigen von Hipparch, von Ptolemäus, von *al Mamûn* in *Baǵdâd*, von *al Battânî* bei Damaskus, die *Ḥâkimitische* in Ägypten, die der *Benû A'lam* in *Baǵdâd*.

Bei *'Ain Harmal* befindet sich eines der Sabaeischen Observatorien, das *Qâim Harmal* heißt, es gleicht den beiden Observatorien von Emessa, die *Maǵzalân* heißen (*Dimaschqi* Text S. 207, Übers. 281).

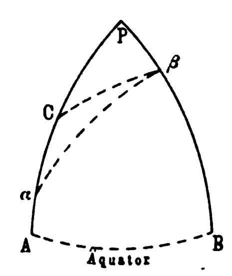
[2]) *al Kawâkib al sajjâra* umfassen die 5 den Alten bekannten Planeten sowie Sonne und Mond. Oft wird es auch mit Planeten übersetzt.

[3]) *Ittiṣâl*, wörtlich Verbindung, Nachbarschaft, bedeutet in der Astrologie die Applikationen, Aspekte, und zwar spricht man von ihnen, wenn zwischen den beiden Sternen 6, 4, 3, 2 Tierkreiszeichen liegen. Man hat also außer der Konjunktion 4 Aspekte (vgl. *al Battânî* ed. Nallino Bd. 1, S. 129; Bd. 3, S. 191).

[4]) Es sind dies die Tafeln, welche unter der Leitung von *Naṣîr al Dîn al Ṭûsî* an der Sternwarte von *Marâǵa*, die *Hôlâgû* errichtet hat, zwischen 1260 und 1274 hergestellt wurden.

Zeit konsultieren nur eine Tabelle und stellen nach ihr den Kalender (Almanach) des Jahres auf; diese Tabelle haben sie aus einer Anzahl von Tafeln zusammengestellt und ihr den Namen *al muṣṭalaḥ* (die konventionelle) gegeben.

Die Wissenschaft von den Festsetzungen der Stunden[1]) ist eine Wissenschaft, durch die man die Zeiten der Tage und Nächte und ihre Zustände kennen lernt und, wie man zu ihnen kommt. Ihr Nutzen besteht in der Kenntnis der Stunden der Gottesdienste (Gebete, Fasten) und der Verwirklichung ihrer Richtung (d. h. der Richtung der *Qibla*) und der Aszendenten[2]) (*Ṭâli'*) und der Aszensionen (*Ma.âli'*), der Grade des Tierkreises und der Fixsterne, welche Mondstationen sind, und der Länge der Schatten und der Erhebungen und der Deviationen eines Landes gegenüber einem anderen und ihres Azimutes[3]).



Zu den kurzen Werken über diesen Gegenstand gehört: Die Kostbarkeiten der Hyazinthe (*Nafâis al Jawâqît*)[4]) und zu den ausführlichen *Ǵâmi' al Mabâdî wa'l Ǵâjât* (das Ganze der Anfänge (Prinzipien) und der Enden (Resultate) von *Abû 'Alî al Marrâkuschî*[5]).

---

[1]) Diese Wissenschaft von „Festsetzungen der Stunden" (*Mawâqît*) entspricht der Wissenschaft von den Kalendern; zunächst ist es die Wissenschaft von der Festsetzung der Stunden, an denen die Gebete zu sprechen sind (Dozy, Suppl. 2, S. 827).

[2]) *al Maṭâlí* (vgl. hierzu am Schluß) sind die Aszensionen.

al Ṭâlí (der aufsteigende] ist der Punkt des Tierkreises, welcher an einem gegebenen Zeitpunkte im Osten aufgeht, d. h. sich am östlichen Horizont befindet (vgl. *Mafâtiḥ* S. 227).

[3]) Das Azimut zweier Orte hat nach Nallino folgende Bedeutung (s. Fig.) P A und P B seien die Meridiane, die durch die beiden Städte α und β gehen. Man legt durch β den Bogen eines größten Kreises (C β), der senkrecht auf P B steht, und verbindet β und α durch einen Bogen eines größten Kreises, dann ist der Winkel C β α das Azimut der Stadt α in bezug auf die Stadt β. Danach ist die Definition von Dozy für *Samt* zu ändern.

[4]) H. Chalfa hat auch Bd. 6, S. 365 den Titel „*Nafâis al Jawâqît* Kostbarkeiten der Hyazinthe über die Wissenschaft der Festsetzung der Gebetsstunden, es wird in den *Mawḍû'ât* erwähnt".

[5]) Suter, Mathematiker S. 144, no. 362; *al Marrâkuschî* ist der Marokaner.

Die Wissenschaft von der Beschaffenheit der Beobachtungen[1]) ist eine Wissenschaft, durch die man erfährt, wie man die Kenntnis von dem Betrag der himmlischen Bewegungen erlangt, und wie man dazu durch die Beobachtungsinstrumente gelangt. Ihr Nutzen besteht in der Vollkommenheit der Astronomie und der Realisierung ihrer Anwendung in der Tat. Ein Werk über die Beobachtungen existiert von *Ibn al Haiṭam*[2]), das die Theorie dieses Gebietes umfaßt, und eines über die wunderbaren Instrumente von *al Châzinî*[3]), das deren Anwendung behandelt.

Die Wissenschaft von der Projektion der Kugel[4]) auf die Ebene ist die Wissenschaft, aus der man lernt, wie man die Strahleninstrumente konstruiert. Ihr Nutzen besteht darin, daß man sich in der Theorie und Anwendung dieser Instrumente übt, und in der Kenntnis, wie sie aus Verstandesprozessen[5]) den wirklichen Vorkommnissen[6]) entsprechend (*muṭâbaqatan*) gezogen werden, und [in der Kenntnis] wie man durch

---

[1]) Der Name ist in der allgemeinen Liste aufgeführt, sonst gibt H. Ch. nichts.

[2]) E. Wiedemann, *Ibn al Haiṭam*. Festschrift für Prof. J. Rosenthal, S. 172; no. 4. 1905.

[3]) Suter S. 122, Nr. 293 (und die Nachträge S. 226): *ʿAbd al raḥmân al Châzinî*, XII. Jahrh. Suter erwähnt diese Schrift nicht. Vgl. *Ibn Chaldûn* (franz. Übersetzung Bd. 1, S. 111). Nach Slane verfaßte er ein Werk über die wunderbaren Beobachtungsinstrumente (*al Âlât alʿaǵîba al raṣadîja*).

[4]) H. Ch. hat dies (Bd. 2, S. 288) anders: Wissenschaft über die Projektion der Kugel. In dieser Wissenschaft lernt man, wie man die Kugel auf die Ebene überträgt, wobei die auf der Kugel gezeichneten Linien und Kreise beibehalten bleiben, und wie man diese Kreise aus Kreisen in Linien verwandelt. Die Wissenschaft kann man sich sehr schwer vorstellen, so daß man sie beinahe für unmöglich hält. Ihre praktische Ausführung mit der Hand geschieht häufig durch die Menschen; dabei findet sich keine Schwierigkeit, wie bei der Vorstellung.

Zu den bei *Sachâwî* erwähnten Werken fügt H. Ch. noch bei: *Dustûr al Tarǵîḥ fî Qawâʿid al Tasṭîḥ* von *Taqî al Dîn*. (Das Muster der Vorzüglichkeit über die Grundlagen der [Kugel] Projektion. Suter S. 191, no. 471.)

[5]) Zur Verständnis der Stelle muß man die Definitionen beachten, die sich bei *Lane* bei *Châriǵî* finden, und zwar für *al Umûr al Châriǵija* und *al Umûr al Ḏihnija*.

[6]) Die Gothaer Handschrift hat noch „der Zeiten".

sie zur Auflösung der Probleme der sphärischen Astronomie[1]) gelangt.

Zu den älteren Werken hierüber gehört das Werk des Ptolemäus Planisphärium (*Tasṭîḥ al Kura*) und zu den neueren *al Kâmil* (das vollkommene) von *al Farġânî*[2]) und *al Istî'âb* (das Buch der gründlichen Behandlung) von *al Bêrûnî*[3]) und der Beobachtungsinstrumente[4]) von *Marrâkuschî*[5]).

Die Wissenschaft von den Schatteninstrumenten[6]) ist eine Wissenschaft, durch die man die Größe der Schatten der Gnomone und ihr Verhalten und die Linien, deren Enden die Direktion (*Samt*)[7]) der Schatten sind (a), kennen lernt. Ihr Nutzen besteht darin, daß man die Stunden des Tages mittels dieser Instrumente kennen lernt. Und diese Instrumente, wie *al basîṭa* (das horizontale) und *al qâima* (das vertikale) und *al mâila* (das geneigte), gehören zu den Sonnenuhren (*Ruchâma*)

---

[1]) Der Verfasser spielt hier auf die verschiedenen Arten der Astrolabien an, mit denen man rein mechanisch, ohne daß man Rechnungen und Tabellen nötig hat, die Probleme der sphärischen Astronomie löst.

[2]) Suter, Mathematiker S. 18, no. 39.

[3]) Suter, Mathematiker S. 98, no. 218.

[4]) *Âlât al Taqwîm* ist mit Beobachtungsinstrumente übersetzt. *Taqwîm* hat außer der Bedeutung Kalender sehr häufig bei den arabischen Astronomen die Bedeutung Bestimmung des wahren Ortes eines Gestirnes im Gegensatz zu dem mittleren Ort, wie er sich aus den Tabellen für die mittleren Bewegungen ergibt.

[5]) Suter, Mathematiker S. 144, no. 363; *al Marrâkuschî* hat Werke über astronomische Instrumente geschrieben.

[6]) H. Chalfa hat den Artikel fast ebenso, nur bei (a) weicht er in den Worten ab. Es heißt:
„und die Linien, welche ihre [der Schatten] Enden aufzeichnen und die Zustände der geraden (*mustawi*) und der verkehrten (*mankûs*) Schatten *a*)". Ebenso hat wohl richtig der Gothaer Text: die Linien, welche ihre Enden aufzeichnen (*tarsum*).

Die ersten sind die Schatten eines vertikalen Gnomons auf eine horizontale Fläche, die letzten die eines horizontalen Gnomons auf eine senkrechte Fläche.

[7]) Zu beachten ist, daß, wenn der Schatten auf eine horizontale Ebene projiziert wird, die Direktion das Azimut der Schatten wird (vgl. *al Battânî* Bd. 1, S. 23—26, 135—138).

---

a) Statt *mankûs* wird auch *ma'kûs qâim, muntaṣab, awwal*, statt *mustawî* wird auch *mabsûṭ, ṯânî* benutzt (vgl. Dorn, Drei astronomische Instrumente S. 10; *al Battânî* Bd. 1, S. 181/182). — *al Ġaib al mustawî* ist der Sinus, *al Ġaib al ma'kûs* der Sinusversus (*Mafâtîḥ* S. 206).

und ähnlichem. Von *Ibrâhîm Ibn Sinân al Ḥarrânî* gibt es darüber ein Werk, das für diese Wissenschaften klar und deutlich ist.

Im Anschluß an die obigen Ausführungen erlaube ich mir einige Definitionen und Erläuterungen astronomischer Ausdrücke mitzuteilen, wie sie mir von Herrn Prof. Nallino gegeben sind:

Bei den griechischen Astronomen bedeutet das Wort *σφαῖρα* und bei den europäischen Astronomen im XIII.—XVII. Jahrhundert das Wort sphaera dreierlei:

1. den Globus oder die geometrische Kugel,
2. den Raum zwischen zwei konzentrischen Kugeloberflächen,
3. einen Kreis, von dem man annimmt, daß er die Bahn darstellt, welche ein Himmelskörper beschreibt (z. B. die Ekliptik, die Epizyklen, die exzentrischen Kreise).

Das arabische Wort *Falak* hat die Bedeutungen 2 und 3.

Weiter bezeichnet bei den griechischen, arabischen und auch den abendländischen Astronomen bis vor zwei Jahrhunderten:

α) die gerade Sphäre, *ἡ ὀρθὴ σφαῖρα*, sphaera recta, *al falak al mustaqim*, die Himmelssphäre, unter der Annahme, daß der Himmelsäquator in rechten Winkeln den Horizont schneidet. (Die Pole des Äquators liegen auf dem Himmelshorizont.) Offenbar ist das die Lage der Himmelssphäre für diejenigen, die auf den Erdäquator leben.

β) Die schiefe Kugel (sphaera obliqua) ist die Himmelskugel, wenn man annimmt, daß der Himmelsäquator den Horizont nicht unter rechten Winkeln schneidet. Solcher Kugeln gibt es unendlich viele, je nach der größeren oder kleineren Neigung des Äquators gegen den Horizont. Die Himmelskugel erscheint all denen als sphaera obliqua, welche weder am Erdäquator noch an den Erdpolen wohnen (an den letzteren hat man die sphaera parallela expressione arabica?).

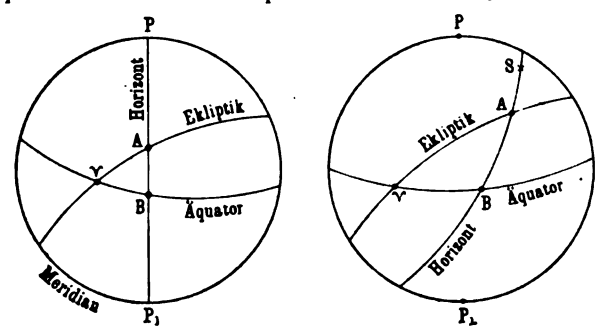
Weiter ist folgendes zu beachten. Die modernen Astronomen benutzen den Ausdruck Aszension für jeden beliebigen Stern, also für jeden Punkt des Himmels. Für sie ist die Aszension der Bogen zwischen dem Beginn des Widders (des Frühlingsäquinoctiums) und des Schnittpunktes des Äquators mit dem Deklinationskreis des gegebenen Sternes. Die alten Astronomen beschränkten den Ausdruck Aszension (*ἀναφορά*, *Maṭâliʿ*) auf die Punkte der Ekliptik. Für einen Stern, der nicht auf der Ekliptik liegt, wird die „Rektaszension" folgendermaßen umschrieben: Die [Rekt]aszension der Grade [der Ekliptik], welche durch die Mitte des Himmels [d. h. den oberen Meridian] hindurchgehen (*tatawassaṭ*) zugleich mit dem Stern (ascensiones graduum qui cum stella caelum mediant), was mit unserer modernen Definition übereinstimmt.

Auf Grund dieser Auseinandersetzung ergibt sich nun folgendes für die Rektaszension (im alten Sinn, *ἀναφορὰ ἐν τῇ ὀρθῇ σφαίρᾳ*, *al Maṭâliʿ fi'l Falak al mustaqîm*). In der Sphaera recta schneidet der Horizont

in rechten Winkeln den Himmelsäquator, bezw. geht durch die Pole des Äquators; der Horizont ist also ein Deklinationskreis. Wenn daher infolge der scheinbaren Bewegung der Himmelskugel der Punkt A der Ekliptik aufsteigt (aszendiert), d. h. über den Horizont PAP_1 herauftritt, so steigt gleichzeitig der Punkt B des Äquators auf; der Bogen ♈B des Äquators ist daher die Aszension des Bogens der Ekliptik ♈A über den Horizont, wenn man die sphaera recta zugrunde legt.

Die *Mafâtîḥ* geben dementsprechend folgende Definition: Aszensionen der sphaera recta [= ascensio recta eines Punktes der Ekliptik] sind die Bögen des Äquators, welche aufgehen [am Horizont] zugleich mit den Bögen der Ekliptik [für Beobachter, die sich befinden] auf dem Erdäquator (*Chaṭṭ al istiwâ*). Persisch heißen sie *Gûy râst* (vgl. dazu *al Battânî* Bd. 1, S. 325).

Auch den Ausdruck **ascensio obliqua** benutzen die griechischen und arabischen Astronomen und diejenigen der Renaissance nur für die Punkte der Ekliptik. Die Ascensio obliqua eines Sternes außerhalb der Ekliptik



wurde folgendermaßen umschrieben: „die Aszension der Grade der Ekliptik, mit welchen der Stern in irgend einem Punkt der Erde aufgeht (*jaṭla'*)".

Der Ausdruck „ascensio obliqua" ist eine Abkürzung von „Aszension in der sphaera obliqua, Aszension im „geneigten" Horizont". Die Araber nennen sie *Maṭâli' al Balad* (oder *al Buldân*), *Maṭâli' al Iqlim* (der Klimate), *al Maṭâli' fi'l Balad, al Maṭâli' fi'l Iqlim*, d. h. Aszensionen in den Ländern [die außerhalb des Erdäquators] gelegen sind, für die der Horizont nicht senkrecht auf der Ebene des Äquators steht.

Die ascensio obliqua kann man folgendermaßen definieren: Die ascensio obliqua eines Punktes A der Ekliptik ist der Bogen ♈B des Äquators zwischen dem Frühjahrsäquinoctium und dem Horizont in dem Moment, wo dieser Punkt der Ekliptik am Horizont selbst aufgeht. Für einen beliebigen Stern S genügt es, das Wort „Stern" für „Punkt der Ekliptik" einzusetzen.

Die Definition der *Mafâtîḥ* lautet folgendermaßen: Aszension des Landes oder eines beliebigen Landes ist der Bogen [des Himmelsäquators], der am Horizont dieses Ortes gleichzeitig mit den [gegebenen] Bögen der Ekliptik aufgeht. — (Die Worte „Himmelsäquator" fehlen, da sie sich schon in der vorhergehenden Definition finden.)

Nachtrag.

Bei früheren Gelegenheiten habe ich eine Reihe von Angaben arabischer Gelehrten über Griechen und Römer mitgeteilt. Ihnen seien noch die folgenden zugefügt.

Ibn al Faqîḥ sagt S. 251 gelegentlich der Aufzählung der Dinge, die Gott den verschiedenen Volkschaften verlieh:

Den Romäern verlieh er die Wissenschaften (*al 'Ulûm*), die schönen Wissenschaften (*al Âdâb*), die Philosophie, die Astrologie (*Aḥkâm*), die Geometrie, die Geschicklichkeit bei [der Errichtung von] Gebäuden, Bauten, Festungen und unterirdischen Speichern [1]), Burgen, bei dem Bau der gewöhnlichen und gewölbten Brücken und bei der Ausführung der Chemie.

Über die Verdienste der Griechen und Romäer äußert sich *Ṣâ'id* [2]) aus Spanien nach *al Dimaschqî* (Text S. 25 und Übersetzung S. 24) folgendermaßen:

Die Romäer und Griechen wohnen in der Mitte [der Erde], und deshalb waren sie Gelehrte, welche die Dinge gründlicher als irgend welche andere untersuchten, wie Hippokrates und Galen in der Medizin und in den natürlichen wahrnehmbaren Dingen (*rebus naturalibus et sensatis*), wie Aristoteles und Platon in den Verstandwissenschaften und der Theologie (Metaphysik), wie Euklid und Pythagoras in der Geometrie und in den exakten Wissenschaften (Arithmetik, Astronomie, Musik) und wie *Euklimon* (Palaemon) und *Îlâus* [3]) in der Physiognomik und den Vorzeichen.

An einer anderen Stelle (Text S. 261, Übersetzung S. 376) sagt *al Dimaschqî*: Die Griechen behandeln von den Wissenschaften die Naturwissenschaften, die vier mathematischen Wissenschaften (*al Ta'âlîm*), nämlich die Arithmetik, d. h. die Lehre von der Zahl, die Stereometrie (*Isṭarmaṭarijâ*), d. h. die Lehre von der Vermessung (*Masâḥa*), die Geometrie, die Astronomie, d. h. die Sternwissenschaft und die Musik, d. h. die Zusammensetzung der Töne. Die Romäer beschäftigten sich wie die Griechen mit den von uns erwähnten Dingen.

Einige weitere Bemerkungen finden sich bei *Ḥ. Chalfa* Bd. 1, S. 71 ff.

---

[1]) *Maṭmûra* sind Erdgruben, unterirdische Speicher, auch unterirdische Gefängnisse. In der ersten Bedeutung kommt es z. B. bei *Qazwînî* Bd. II, S. 373 vor, wo es von den Bewohnern der Stadt *Lûrqa* (das heutige Lorca in der Nähe von Murcia) in Spanien heißt, daß ihr Getreide in solchen Speichern 50 und mehr Jahre, ohne sich zu verändern, blieb.

[2]) Zu *Ṣâ'id* († 1070) vgl. Brockelmann, Bd. 1, S. 343 und M. Steinschneider, *Al Fârâbî*. Mém. Acad. St. Pétersbourg (7) Bd. 13, S. 141. 1869.

[3]) *Îlâus* ist einer der ersten Könige nach *Idrîs*, er wird im Artikel über *Idrîs* bei *Ibn al Qifṭî* S. 3 erwähnt. *Idrîs* selbst ist ursprünglich der Apostel *Andreas*, wird aber schon frühzeitig mit *Henoch* identifiziert.

Über künstlichen Kautschuk.

Von **Max Busch.**

Vorgetragen in der Sitzung vom 16. Mai 1906.

Mitteilungen über die Herstellung künstlichen Gummis tauchen schon seit längerer Zeit in der Literatur auf, derartige Versuche gehen sogar bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Alle in neuerer Zeit bekannt gewordenen Verfahren zielen im wesentlichen ab auf die Gewinnung kautschukähnlicher Produkte durch Schwefelung von pflanzlichem und tierischem Fett, Wachsarten und Ölen verschiedener Provenienz, namentlich von trocknenden Ölen. Ein praktischer Erfolg dieser Bestrebungen zeigt sich in der Fabrikation der sogen. „Faktis" (weiße und braune), die auf einer Schwefelung von Ölen mit Hilfe von Schwefel als solchem oder mittels des reaktionsfähigeren Chlorschwefels beruht. Als Öle scheinen sich Rüb- und Rizinusöl am besten bewährt zu haben; ihnen werden zuweilen noch Harze, Pech, Asphalt u. dgl. beigemischt.

Einen Fortschritt in der Fabrikation von Faktis bedeutete unter den zahlreichen Verfahren dasjenige von R. Henriques insofern, als hier durch eine voraufgehende Oxydation der Öle erreicht wird, daß zur Schwefelung eine geringere Menge Chlorschwefel erforderlich ist und vor allem das resultierende Produkt durch geringeren Schwefel- und Chlorgehalt eine haltbarere Ware liefert, die zudem auch lange Zeit weich und geschmeidig bleiben soll. Nach einem anderen Verfahren (Altschul) wird die voraufgehende Oxydation durch eine Vorbehandlung mit Schwefel ersetzt, wodurch neben geringerem Verbrauch an Chlorschwefel ebenfalls ein gutes Endprodukt resultieren soll.

Vortragender legt dann eine Reihe Proben von künstlichem Kautschuk in verschiedener Verarbeitung vor, die wesentlich

aus Faktis unter sehr geringem Zusatz von natürlichem Kautschuk hergestellt waren. Das verwandte Faktismaterial war nach einem modifizierten Verfahren (Patent Spatz) aus Rizinusöl unter Zusatz von Bernsteinkolophonium fabriziert worden; nach diesem Verfahren erfährt die Masse zunächst eine Vorbehandlung mit Schwefel, wird dann unter Zuhilfenahme von Ozon oxydiert und schließlich unter Zusatz eines Lösungsmittels einer zweiten Schwefelung mittels Chlorschwefel unterworfen. Das vorliegende Material kommt dem natürlichen Kautschuk in seinen physikalischen Eigenschaften sehr nahe.

Schließlich weist der Vortragende noch auf die bahnbrechenden Untersuchungen von Harries (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 38, 1195) über die chemische Natur des natürlich vorkommenden Kautschuks hin.

Die Kranzarterien des menschlichen Herzens und die Beziehungen ihrer einzelnen Äste zueinander.

Von Hermann Merkel.

Aus dem pathologischen Institut der Universität Erlangen.

Vorgetragen in der Sitzung vom 18. Juli 1906.

Vorläufige Mitteilung.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen, über die der Vortragende berichtet, bildete ein anderwärts[1]) publizierter Fall von sklerotischem Ostiumverschluß der linken Koronararterie bei einem 37jährigen Mann, der unter schweren, seit Jahren bestehenden klinischen Erscheinungen verstorben war; der Herzmuskel war in jenem Fall trotz des Koronarverschlusses vollständig intakt geblieben, so daß die Annahme, es sei das ganze Herzfleisch allein von der rechten noch offenen Kranzarterie aus ernährt worden, eine absolut zwingende war. Da aber in jenem Fall die Darstellung der Anastomosen trotz sorgfältigster Präparation der Gefäße an der Herzaußenfläche nicht gelang, so mußte deren Bestehen im Innern der Muskelsubstanz angenommen werden.

Aus dieser Beobachtung ergab sich für den Vortr. nunmehr die Notwendigkeit, im allgemeinen nach einem neuen Weg zur Darstellung der Herzarterien zu suchen, und so wurden, nachdem auch mehrere Korrosionsversuche fehlgeschlagen waren, Versuche mit röntgenographischer Aufnahme injizierter Leichenherzen gemacht. Diese Versuche, die unter gütiger Unterstützung des Herrn Prof. Jamin vorgenommen wurden, führten aber erst dann zu fruchtbaren Resultaten, als die stereoskopische Röntgenographie in Anwendung gebracht wurde.

---

[1]) Über den Verschluß der Kranzarterien des Herzens und seine Folgen. Festschrift für J. Rosenthal. Verlag von Gg. Thieme. Leipzig 1906.

Vortragender gibt nun eine ausführliche Darstellung der Technik dieser Untersuchungen[1]), wobei er besonderen Wert auf das gewählte Injektionsmaterial legt; dabei erwies sich nämlich eine starke Mennigeaufschwemmung in 10—15% Gelatinelösung um deswillen als das geeignetste, da diese Masse noch vor dem Erstarren in die feinsten Gefäßäste eindringt, bei der Aufbewahrung der injizierten Herzen in 5% Formalinlösung nie bricht, sondern stets elastisch-weich und doch unlöslich bleibt. Als ein besonderer Vorteil wird hervorgehoben, daß nach der röntgenographischen Aufnahme des ganzen Herzens dasselbe noch seziert werden kann, ohne daß die Injektion beeinträchtigt wird, und daß so noch einzelne Teile des Herzens, z. B. das ausgeschnittene Septum, besonders photographiert werden können, was für das Studium der feineren Gefäßverteilungen von Wichtigkeit ist.

Nach mannigfachen Versuchen mit anderen Injektionsmitteln (Terpentinölemulsionen, Jodipin, Wachslösungen etc.) wurden immer die besten und zuverlässigsten Resultate mit der geschilderten Masse erzielt, so daß dieselbe für derartige Zwecke besonders empfohlen werden kann. Die stereoskopischen Röntgenaufnahmen wurden sämtlich von Herrn Jamin im Röntgenlaboratorium der medizinischen Klinik bewerkstelligt, und zwar unter Anwendung der Hildebrandschen Wechselkassette. Für die Betrachtung der so erhaltenen Originalplatten empfiehlt sich der Bartholdysche stereoskopische Apparat (Demonstration) infolge seiner Einfachheit und seiner relativen Billigkeit.

Dank des Entgegenkommens der Herren Kliniker und der Herren Oberärzte der Kreisirrenanstalt, die beide dem Vortragenden eine große Anzahl von Leichenherzen unseziert zu obigen Untersuchungen überließen, konnten an einem ziemlich großen Material recht interessante Beobachtungen angestellt werden.

Die Resultate ihrer Untersuchungen faßt Vortragender kurz zusammen und erläutert seine Ausführungen durch Demon-

---

[1]) Das Nähere findet sich in der inzwischen erschienenen ausführlichen Publikation: Jamin u. Merkel, Die Coronararterien des menschlichen Herzens unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Verlag von G. Fischer. Jena 1907.

strationen einzelner Originalplatten mittelst des Bartholdyschen Stereoskops:

Die geschilderte Methode für die Darstellung der Arterien ist in ihrer Anwendung auf die Herzgefäße bisher noch nicht zu systematischen Untersuchungen herangezogen worden. Durch die bei ihrer Anwendung erzielten außerordentlich plastischen Bilder erleichtert sie bei dem Unterricht wesentlich das Verständnis für die — gewissen Variationen unterworfene — Verteilung der beiden Koronarien und ihrer Äste auf die einzelnen Abschnitte des Herzens, wobei besonders die Bedeutung der großen Septumäste zu erkennen ist.

Was die **Anastomosenfrage** betrifft, so existieren, wie die vorliegenden Untersuchungen beweisen, präkapilläre Verbindungen im Septum der Ventrikel an der Vorderwand des rechten Ventrikels sowie über dessen Papillarmuskeln hinweg, ebenso auch zuweilen an der Hinterwand des Herzens.

Außerdem kommen aber auch in der Norm individuell variierende größere Anastomosen zwischen den beiden Koronarverzweigungen vor, und zwar sowohl im Ventrikelseptum wie über die Vorhofwandungen und durch das Vorhofseptum hindurch.

Die auf manche pathologisch-anatomische Beobachtungen gestützte Annahme, daß der Ramus descendens sinister eine richtige Endarterie sei, gilt ebenfalls nicht in dieser allgemeinen Fassung; denn dieser Ast vermittelt nicht nur unter pathologischen Verhältnissen (z. B. in manchen Fällen von sklerotischem chronischen Koronarverschluß) häufig die Kommunikation zwischen den beiden Arteriensystemen durch das Septum hindurch, sondern er besitzt auch öfter unter sonst ganz normalen Bedingungen größere und ausgedehnte anastomotische Verbindungen auf dem gleichen Weg mit dem Verbreitungsgebiet der rechten Kranzarterie!

Zur Physiologie der Pigmentzellen.

Von R. F. Fuchs.

Aus dem physiologischen Institut der Universität Erlangen.

Vorgetragen in der Sitzung vom 12. Dezember 1906.

Um die Wirkung chemischer Agenzien auf den Farbenwechsel zu studieren, wurde die Einwirkung einer Reihe von Alkaloiden auf den Farbenwechsel bei Rana esculenta und Rana fusca geprüft. Um zu einwandsfreien Resultaten zu gelangen, mußten sehr große Versuchsreihen angestellt werden, bei denen die äußeren Versuchsbedingungen, wie z. B. Licht, Temperatur, Feuchtigkeit etc., stets auf das genaueste zu berücksichtigen sind. Im ganzen wurden in dieser Weise über 500 Frösche untersucht. Außerdem war eine sehr genaue Beobachtung der gleichgeschlechtlichen Kontrolltiere nötig, deren koloratorische Reaktionsfähigkeit durch ausgedehnte Vorversuche mit der der Versuchstiere verglichen worden war. Ferner wurde der jeweilige Ballungszustand der Schwimmhautmelanophoren mikroskopisch untersucht.

Die einzelnen untersuchten Alkaloide ergaben die nachstehend kurz beschriebenen Wirkungen.

Das Atropin bewirkt sowohl bei Rana fusca wie bei Rana esculenta nach einer vorübergehenden Aufhellung der Hautfarbe eine lange andauernde deutliche Verdunkelung, die sich in mäßigen Intensitäten hält. Das von mir verwendete Brucinpräparat führte bei Rana fusca eine Aufhellung herbei, selbst in solchen Dosen, die noch keine Krämpfe erzeugten. Dagegen trat nach Bruceinwirkung bei Rana esculenta sogleich eine Lähmung ein, die mit einer ziemlich starken Verdunkelung der Hautfarbe Hand in Hand ging. Die Verdunkelung ist aber keine direkte Folge der durch die Lähmung bedingten Dyspnoe, sondern

eine direkte Einwirkung des Alkaloides auf den koloratorischen Apparat. Dasselbe gilt auch für die durch andere Alkaloide bewirkten Farbenveränderungen. Die höchsten zur Verwendung gekommenen Brucindosen bringen eine direkte Aufhellung des Tieres zustande. Es zeigen somit die beiden zum Versuch verwendeten Froscharten auf die Injektion einer und derselben Brucinlösung verschiedene Reaktionen des neuromuskulären und koloratorischen Apparates. Es ist dieses Verhalten ein gutes Beispiel physiologischer Artverschiedenheiten.

Das Kokain wirkt aufhellend auf den koloratorischen Apparat, jedoch erweist es sich bei Rana fusca wirksamer als bei Rana esculenta. Außerdem zeigt es als Nachwirkung eine Steigerung der Reaktionsfähigkeit des koloratorischen Apparates gegen alle sonst wirksamen Reize. Koniin führt bei beiden Froscharten eine sich in mittleren Grenzen haltende Verdunkelung herbei. Dagegen konnten nach Eserineinwirkung keine gesetzmäßigen Farbenveränderungen wahrgenommen werden. Kurare bewirkt bei Rana fusca eine intensive Verdunkelung, bei Rana esculenta eine Aufhellung. Wieder ein schlagendes Beispiel physiologischer Artverschiedenheiten! Außerdem zeigten die angestellten Versuche, daß die lähmende Wirkung des Kurares bei Rana fusca stärker hervortritt als bei Rana esculenta.

Nach Morphin konnte bei Rana fusca keine sichere gesetzmäßig ablaufende Farbenveränderung beobachtet werden, dagegen zeigten Esculenten nach Morphininjektionen eine mäßige Verdunkelung. Sehr intensiv und rasch wirkt das Nikotin, welches nach einer rasch vorübergehenden Aufhellung eine starke Verdunkelung bei beiden Froscharten hervorruft. Das Strychnin übt sowohl bei Rana fusca als auch bei Rana esculenta eine aufhellende Wirkung aus und steigert die Reaktionsfähigkeit des koloratorischen Apparates für alle Reize, insbesondere auch für das Licht. Eine sehr charakteristische, intensive Verdunkelung tritt nach Veratrineinwirkung bei beiden Froscharten auf. Nachdem während des Aufregungsstadiums eine kurzdauernde Aufhellung vorübergegangen ist, beginnen die Extremitäten sowie die Mund- und Flankenpartien der Frösche sich stark dunkel zu färben, während die Rückenhaut sich weniger verdunkelt, so daß

sie als ein relativ heller Bezirk gegen die intensiv dunklen Hautgebiete absticht.

Die voranstehend kurz geschilderten Versuche haben mit aller Deutlichkeit gezeigt, daß außerordentlich kleine Mengen (Milligramme bezw. Bruchteile von ihnen) chemischer Substanzen langandauernde, intensive Farbenveränderungen der Versuchstiere hervorzurufen vermögen. Diese Versuche sind deshalb von allgemein biologischer Bedeutung, weil die im Versuche verwendeten chemischen Substanzen (Alkaloide) Stoffe sind, welche durch das organische Leben erzeugt worden sind. Dadurch wird die Annahme nahegelegt, daß der in der freien Natur sich scheinbar spontan abspielende Farbenwechsel der Tiere, insbesondere jene Erscheinung, welche in der biologischen Literatur als „Hochzeitskleid“ bezeichnet wird, auch durch chemische Substanzen hervorgebracht wird, welche als Produkte der inneren Sekretion vielleicht von den Geschlechtsdrüsen im Tierorganismus erzeugt werden. Damit kommen wir zu dem Ergebnis, daß der Farbenwechsel der Tiere ein mechanistisches Problem darstellt, zu dessen Erklärung wir keiner teleologisch-vitalistischen Hypothesen und Deutungen bedürfen.

Ferner haben die Versuche eine Reihe physiologischer Artverschiedenheiten kennen gelehrt, welche zeigen, daß die Artdifferenzen nicht nur morphologische, sondern auch physiologische sind. Daraus folgt aber mit Notwendigkeit, daß die Funktion und Form in einem untrennbaren Kausalverhältnis stehen. Bei einer planmäßig durchgeführten vergleichend physiologischen Untersuchung einzelner Funktionen bei verschiedenen Arten würde sich zunächst eine Reihe physiologischer Artmerkmale auffinden lassen, welche einen wichtigen Baustein zu einer mechanistischen Analyse der Artentstehung liefern muß.

Die ausführliche Mitteilung der Versuche ist erschienen in der Festschrift für J. Rosenthal (Leipzig, G. Thieme. 1906) und im Biologischen Zentralblatt Bd. XXVI. 1906.

Über die stationäre Strömung einer Substanz mit innerer Reibung und den Einfluſs der Elastizität der Wand.

Von R. Reiger.

Aus dem physikalischen Institut der Universität Erlangen.

Eingegangen am 4. Januar 1907.

In einer früheren Arbeit habe ich[1]) gezeigt, daß sich das Strömen zähflüssiger und fester Körper durch enge Röhren innerhalb weiter Grenzen quantitativ darstellen läßt durch die Annahmen über die Flüssigkeitsbewegung, die zum Poiseuilleschen Gesetze führen. Die Versuche zeigten jedoch bei einem Reibungskoeffizienten von der Größenordnung 10^7 ein schwaches Ansteigen der aus der Ausflußmenge nach der Poiseuilleschen Formel berechneten Reibungskoeffizienten. Herr H. Glaser[2]) hat auf meine Veranlassung die Versuche fortgesetzt und hat beim Übergang zu noch kleinerem Radius ein sehr starkes Ansteigen des Reibungskoeffizienten gefunden. Von einem bestimmten Radius ab floß überhaupt keine Substanz mehr durch die Röhre.

Es scheint somit zweifelhaft, ob der Reibungskoeffizient zähflüssiger und fester Kolophonium-Terpentinölmischungen überhaupt noch als eine Konstante anzusehen ist, da er vom Querschnitt abhängig erscheint. Daß nicht die durch die Querschnitts-

---

[1]) R. Reiger, Ann. d. Phys. Bd. 19, S. 985. 1906. In dieser Arbeit finden sich auch ausführliche Literaturangaben über innere Reibung von zähflüssigen und festen Körpern. Nachzutragen ist noch eine Arbeit von R. Ladenburg über die innere Reibung zäher Flüssigkeiten und ihre Abhängigkeit vom Druck (Dissertation. München), die in der Zwischenzeit erschienen ist.

[2]) H. Glaser, Dissertation. Erlangen 1906.

änderung bedingte Änderung der Geschwindigkeit maßgebend ist, geht daraus hervor, daß der Wert des Reibungskoeffizienten für eine bestimmte Röhre unabhängig vom Druck gefunden wurde.

Zu der Annahme eines variabeln Reibungskoeffizienten besteht kein Anlaß, da die Erscheinung sich erklären läßt auf Grund der Poisson-Maxwellschen Relaxationshypothese[1]) unter Berücksichtigung der Elastizitätsverhältnisse der Wand. Nach der Relaxationshypothese verhält sich eine Substanz in allen Aggregatzuständen wie ein elastisches Medium. Die durch eine äußere Kraft bedingte Deformation ruft eine innere Kraft hervor, die der Deformation proportional ist. Diese Kraft bleibt jedoch nicht bestehen, sondern verschwindet infolge Relaxation der inneren Spannung. Eine Flüssigkeit verhält sich nach dieser Theorie im ersten Moment wie ein vollkommen elastisches Medium. Die Ungleichheiten des Druckes verschwinden jedoch infolge der Relaxation, und es tritt ein Gleichgewichtszustand unter Wirkung der äußeren Kräfte erst ein, wenn sich eine gleichmäßige Druckverteilung im Inneren der Flüssigkeit eingestellt hat. Die allgemeine Theorie der Bewegungsgleichungen einer solchen Flüssigkeit wurde von L. Natanson[2]) gegeben unter der Annahme, daß von den Druckkomponenten im Inneren der Substanz, die Normaldrucke X_x Y_y Z_z (nach der Kirchhoffschen Bezeichnungsweise) gegen den gemeinsamen Wert p und die scherenden Drucke X_y Y_z Z_x gegen den Wert Null konvergieren.

1. Endwert der elastischen Reaktion eines relaxierenden Mediums bei der stationären Strömung. — Im Falle der stationären Bewegung reduziert sich die elastische Reaktion einer Substanz, in der Relaxation eintritt, auf die schon von Newton gegebene Beziehung:

$$p = \eta \frac{du}{dz}, \qquad (1)$$

d. h. der zur Strömungsrichtung parallel auftretende Druck ist proportional einer Konstanten η (dem Koeffizienten der inneren Reibung) und dem Geschwindigkeitsgefälle senkrecht zur Strömungsrichtung.

---

[1]) S. D. Poisson. Journ. de l'École polytechn. Heft. 20, S. 139. 1831. — J. Cl. Maxwell. Phil. Mag. (4.) Bd. 35, S. 129. 1868.

[2]) L. Natanson. Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 38, S. 690. 1901.

Betrachtet man zwei Ebenen AB und CD im Abstand dz im Inneren eines Körpers, und erfährt AB gegen CD eine Verschiebung dx parallel mit sich selbst, dann fällt die dadurch hervorgerufene elastische Kraft in die Richtung der Ebene und beträgt pro Flächeneinheit

$$p = n\frac{dx}{dz} = n\omega,$$

wenn n der Scherungsmodul der Substanz ist. Infolge der Relaxation der inneren Spannung nimmt p ab, und zwar erfolgt die Abnahme der Spannung nach der Gleichung:

$$\frac{dp}{dt} = n\frac{d\omega}{dt} - \frac{p}{T}, \qquad (2)$$

in welcher T die Relaxationszeit ist[1]), d. i. die Zeit, in der die innere Spannung auf 1/e ihres Betrages sinkt.

Die Integration der Gleichung gibt:

$$p = e^{-\frac{t}{T}}\left\{\int e^{\frac{t}{T}} n\frac{d\omega}{dt}\,dt + C\right\}.$$

Für den Fall der stationären Strömung, d. h. wenn $\frac{d\omega}{dt} =$ konst. geworden, nähert sich mit wachsender Zeit p dem Wert

$$p = nT\frac{d\omega}{dt} = \eta\frac{du}{dz},$$

wenn $u = \frac{dx}{dt}$ die Verschiebungsgeschwindigkeit und $\eta = nT$ der Reibungskoeffizient ist[2]).

---

[1]) J. Cl. Maxwell, a. a. O., S. 184.

[2]) Zu demselben Resultat gelangt man, wenn man von den Natansonschen Bewegungsgleichungen ausgeht (a. a. O., S. 704). Beschränkt man sich von vornherein auf den Fall der inkompressibeln Flüssigkeit, dann ist:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

(oder nach der Natansonschen Bezeichnungsweise $\tilde{\omega} = 0$), und die Gleichungen lauten:

$$\varrho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}\right) = \varrho X - \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$- e^{-\frac{t}{T}}\left\{\frac{\partial C_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial C_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial C_{xz}}{\partial z}\right\} + e^{-\frac{t}{T}}\int dt e^{+\frac{t}{T}} n\left\{\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right\}$$

für die Geschwindigkeitskomponente u und analog für v und w.

2. **Einfluß der Wand auf den Vorgang der Relaxation.** — Im ersten Moment tritt nach der Relaxationshypothese unter dem Einfluß der deformierenden Kraft eine elastische Deformation auf. Haftet die Substanz auf einer Seite an einer anderen Substanz, so daß kein Gleiten eintritt, so erfährt auch die zweite Substanz eine Deformation. Es ist dies derselbe Vorgang wie bei der Deformation eines in Glas eingeschmolzenen Platindrahtes. Dehnt der Platindraht sich aus, z. B. infolge von Erwärmung beim Stromdurchgang, so bedingt diese Ausdehnung eine Deformation der umgebenden Glaswand, die eventuell so groß sein kann, daß ein Bruch der Glaswand herbeigeführt wird.

Im folgenden soll der Einfluß der elastischen Verschiebung der Wand auf die Relaxation untersucht werden. Dabei ist stets angenommen, daß die Substanz dem Einfluß der Schwere entzogen ist, daß also keine Deformationen infolge des Eigengewichtes der Substanz eintreten.

a) **Konstante Deformation.** Wird der Substanz, in der Relaxation auftritt, (im folgenden mit A bezeichnet) eine scherende Deformation erteilt, und diese konstant gehalten, so ist $\frac{d\omega}{dt} = 0$ und nach Gleichung (2)

$$p = n\,\omega\, e^{-\frac{t}{T}},$$

d. h. die durch Scherung hervorgerufene innere Spannung oder dadurch bedingte elastische Kraft nimmt ab nach einer e-Funktion.

Wir betrachten ein Parallelepiped aus der Substanz A, das oben und unten von der Wand aa und bb begrenzt sei (Fig. 1).

Dabei ist ϱ Dichte, T Relaxationszeit und n Scherungsmodul der Flüssigkeit. X ist die auf die Masseneinheit wirkende Kraft und p der Druck. C_{xx} C_{xy} C_{xz} sind Funktionen der Koordinaten allein. Im Falle der stationären Bewegung werden für $t = \infty$ die Gleichungen:

$$u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z} = X - \frac{1}{\varrho}\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{nT}{\varrho}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)$$

und analog für v und w.

Setzt man $nT = \eta$, so sind dies die gewöhnlichen Bewegungsgleichungen einer inkompressibeln Flüssigkeit mit innerer Reibung im Falle der stationären Bewegung. (Vgl. z. B. G. Kirchhoff, Vorlesungen über Mechanik. Leipzig 1897, S. 370.)

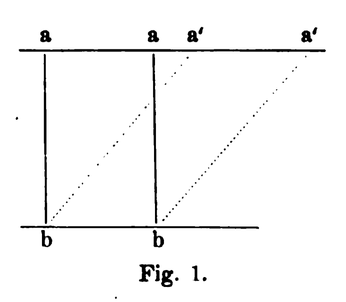


Fig. 1.

Die Wände a a und b b seien vollkommen starr, d. h. sie erfahren keine elastische Deformation. (Dies wird angenähert der Fall sein, wenn der Modul n der Substanz A gegen den Modul N der Wand sehr klein ist, z. B. Kautschuk $n = 0{,}16$ (kg/mm²), Eisen $N = 7500$ (kg/mm²).)

Dem Parallelepiped A soll eine Deformation erteilt werden, dadurch, daß b b festgehalten, a a nach a' a' verschoben und in dieser Lage festgehalten wird.

Infolge der Relaxation verschwindet die innere Spannung und damit die durch sie bedingte elastische Kraft. Ist der Relaxationsprozeß vollendet, so ist die Substanz in eine neue Gleichgewichtslage übergegangen. Die Substanz behält die Lage b b a' a' bei, auch wenn a' a' nicht mehr festgehalten wird. Wird a' a' sofort nach der Deformation, so lange keine Relaxation stattgefunden hat, frei gelassen, so kehrt a' a' in die ursprüngliche Lage zurück, während es nur teilweise zurückkehrt, wenn a' a' während des Relaxationsprozesses freigelassen wird.

Der Relaxationsprozeß bewirkt den Übergang einer „elastischen Verschiebung" in eine „bleibende Verschiebung".

Die Substanz A hafte statt an b b an einer vollkommen elastischen Wand B längs c c. (Fig. 2.) Es werde wiederum b b festgehalten, a a nach a' a' verschoben und in dieser Lage festgehalten.

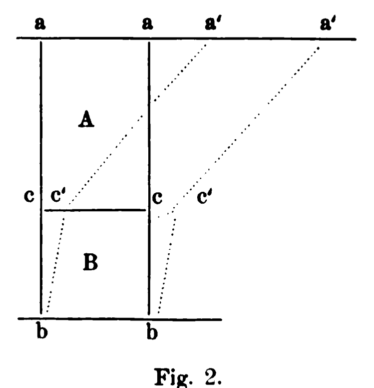


Fig. 2.

Durch die Deformation von A erfährt auch B eine Deformation, es gelangt dadurch c c nach c' c'. Die Substanz B soll als vollkommen elastisch angesehen werden, also in ihr soll keine Relaxation stattfinden. (Es ist dies der Fall, wenn die Relaxationszeit von B gegen die von A sehr groß ist, so daß der Relaxationsprozeß in A abgelaufen ist, ehe in B eine merkliche Relaxation eingetreten ist.)

Mit der Abnahme der Spannung in A nimmt auch die elastische Kraft in A ab, die die Verschiebung von c c nach c′ c′ bedingt. Der Gleichgewichtszustand wird gestört, und c′ c′ trachtet infolge seiner Elastizität in die ursprüngliche Lage c c zurückzukehren. Dadurch wird der Substanz A eine neue Deformation, diesmal in entgegengesetzter Richtung erteilt. Die Gleichgewichtslage ist erreicht, wenn c′ c′ in die ursprüngliche Lage c c zurückgekehrt ist und im Inneren von B alle Spannungen verschwunden sind, sowohl die von der ursprünglichen Deformation, als die von der Rückkehr der Wand in die ursprüngliche Gleichgewichtslage herrührenden.

Haftet die Substanz an der Wand c c nicht vollkommen, so ist der Gleitung bei der elastischen Deformation im ersten Moment und bei der Rückkehr der Wand in die ursprüngliche Gleichgewichtslage Rechnung zu tragen.

b) Konstante deformierende Kraft. — Im folgenden soll nicht die Deformation konstant gehalten werden, sondern die Kraft, die diese Deformation hervorbringt, soll kontinuierlich auch während des Relaxationsprozesses wirken.

Die Substanz sei zunächst wieder von den starren Wänden a a und b b begrenzt. Die konstante Kraft wirke auf a a. Im ersten Moment tritt eine elastische Verschiebung auf, von der ein Teil durch Relaxation in bleibende übergeht. Da die elastische Kraft der Substanz in jedem Moment der äußeren Kraft das Gleichgewicht halten muß, so muß eine neue elastische Verschiebung eintreten. Im Inneren eines kontinuierlichen Mediums besteht für einen Raumpunkt stets dieselbe elastische Gleichgewichtsbedingung, aber infolge der Relaxation nimmt in jedem Moment ein anderer Massenpunkt diese Lage im Raume ein. Dadurch ist der Strömungsvorgang bei einem Medium, in dem Relaxation auftritt, bedingt. Er besteht in einem ständigen Übergang von elastischer Verschiebung in bleibende.

Die Substanz A grenze nun längs c c wieder an die vollkommen elastische Substanz B. Auf a a wirke die kontinuierlich wirkende Kraft. (Bei den untersuchten Kolophonium-Terpentinölgemischen kann z. B. die Glaswand als vollkommen elastisch angesehen werden, da die Relaxationszeit von Glas sehr groß ist gegenüber der der Kolophonium-Terpentinölgemische.)

Im ersten Moment tritt wieder eine elastische Deformation

auf. Ein Massenpunkt P in A erfährt eine Verschiebung, die sich zusammensetzt aus einer elastischen Verschiebung ξ_2 relativ zur Wand und einer Verschiebung ξ_1 der Wand. Eine Relaxation findet nur in der Substanz statt. Zum Ausgleich der Störung des Gleichgewichts sucht die wirkende Kraft den Massenpunkt in dem einen, die Elastizität der Wand ihn im entgegengesetzten Sinne zu bewegen.

Die Elastizität der Wand übt auf die strömende Substanz eine Kraft aus, deren Richtung der Stromrichtung entgegengesetzt ist.

Diese Kraft kann auch während der Strömung nicht verschwinden, da die elastische Gleichgewichtsbedingung in jedem Moment erfüllt sein muß. Im Punkte P werden sich der Reihe nach andere und andere Massenpunkte befinden, für die die elastische Verschiebung ξ_2 ist, dagegen findet weder in der Wand noch in der Grenzfläche eine Massenverschiebung statt, da hier kein Teil der elastischen Verschiebung in bleibende übergeht. Es muß somit die durch die elastische Gleichgewichtsbedingung geforderte Verschiebung ξ_1 auch im Falle der stationären Bewegung erhalten bleiben. Es wird also auch in diesem Falle die Geschwindigkeit des Massenpunktes durch die Elastizität der Wand verzögert.

Man kann die Wirkung der Wand auch in der folgenden Weise auffassen: Ein Teil des Überganges von elastischer Verschiebung in bleibende wird durch die Wirkung der Wand rückgängig gemacht. Die Wand wirkt also so, als ob die elastische Kraft, die durch die Deformation in der Substanz hervorgerufen wird, infolge der Relaxation nicht dem Wert Null, sondern dem endlichen Wert p_0 zustreben würde, d. h. als ob die Relaxation nach der Gleichung

$$\frac{dp}{dt} = n \frac{d\omega}{dt} - \frac{p - p_0}{T} \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

erfolgen würde. In diesem Falle ergibt sich für die stationäre Bewegung

$$p = p_0 + n T \frac{du}{dz} = p_0 + \eta \frac{du}{dz}. \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

In einer idealen Flüssigkeit, die dem Einfluß der Schwere entzogen ist, treten nur Normaldrucke auf, und der Druck ist

nach allen Richtungen derselbe. In einer Flüssigkeit mit Relaxation tritt dieser Zustand erst nach endlicher Zeit ein.

Bei der stationären Bewegung treten im letzteren Falle außer den Normaldrucken noch scherende Drucke auf, und zwar ist $p = \eta \frac{du}{dz}$ die Größe des in Richtung der X-Achse wirkenden Druckes, wenn die Bewegung in der entgegengesetzten Richtung erfolgt. Grenzt die Flüssigkeit an eine vollkommen elastische Wand, so tritt außer diesem scherenden Druck noch der oben definierte Druck p_0 auf, der durch die Elastizität der Wand bedingt ist.

Die Größe dieses Druckes p_0, d. i. die rücktreibende Kraft pro Flächeneinheit, ist umso größer, je größer die elastische Verschiebung der Wand und je größer der Modul der Substanz (n) ist. Die elastische Verschiebung der Wand ist umso größer, je größer der die Bewegung der Substanz bedingende Druckabfall und je kleiner der Modul der Wand N ist.

Man kann daher

$$p_0 = b \frac{n}{N} \cdot \frac{P}{l} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

setzen, wo P/l der Druckabfall, der die Strömung bedingt, und b eine Apparatkonstante ist.

3. Die stationäre Strömung durch enge Röhren. — Der im vorhergehenden für die scherende Kraft bei der stationären Bewegung gewonnene Ausdruck soll im folgenden dazu verwendet werden, um die Strömung in engen Röhren abzuleiten. Die Substanz sei inkompressibel. Die Druckdifferenz sei P[1]. Die X-Achse liege in der Rohrachse und die Z-Achse senkrecht dazu, also in Richtung des Radius. Für einen Elementarzylinder, der von zwei Mantelflächen im Abstand z und z + dz von der X-Achse begrenzt ist, ergibt die Gleichgewichtsbedingung zwischen den an den Grund- und Mantelflächen angreifenden Kräften

$$2\pi z \, dz \, P = 2\pi l \frac{d}{dz} \left(\eta \frac{du}{dz} z + p_0 z \right) dz.$$

[1]) Wie dabei dem Druckabfall in den weiten Röhrenteilen Rechnung getragen werden kann, habe ich früher gezeigt (a. a. O., S. 991 ff.).

Dabei ist l die Länge der Röhre und

$$p_0 = a \frac{P}{l}$$

der oben def. Scherungsdruck.

Die Integration der Differentialgleichung gibt

$$u = \frac{P}{4 \eta l}(z^2 - 4 a z) + A \lg z + B.$$

Die beiden Integrationskonstanten A und B ergeben sich aus den Grenzbedingungen. Es muß nämlich $A = o$ sein, da für $z = o$ die Geschwindigkeit nicht unendlich groß werden soll. Der Wert von A ergibt sich aus dem Wert von u für die Rohrwand. Da die Substanz an dieser vollkommen haftet[1]), so ist $u = o$ für $z = r$ und mithin

$$u = -\frac{P}{4 \eta l} \left\{ (r^2 - z^2) - 4 a (r - z) \right\}. \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Die Ausflußmenge ergibt sich unter Berücksichtigung des Vorzeichens zu

$$Q = \int_0^r 2 \pi z \, dz \, u = \frac{\pi}{8} \frac{P r^4}{\eta l} \left(1 - \frac{8}{3} \frac{a}{r}\right), \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

d. h. die Ausflußmenge ist gegeben durch ein Produkt aus zwei Faktoren, von denen der eine die durch das Poiseuillesche Gesetz bestimmte Ausflußmenge ist, während der zweite Faktor vom Radius der Röhre abhängt und von der Konstanten a. Ist a sehr klein, so unterscheidet sich der zweite Faktor wenig von 1, solange nicht auch r sehr klein ist. In letzterem Falle wird das Korrektionsglied merklich und die Ausflußmenge kleiner, als der Poiseuilleschen Formel entspricht. Für $3 r = 8 a$ wird das Korrektionsglied 1 und mithin die Ausflußmenge Null. Es ergibt sich somit aus der oben entwickelten Auffassungsweise des Strömungsvorganges, daß bei einer Röhre von bestimmtem endlichem Querschnitt kein Ausfluß mehr erfolgen kann.

In diesem Falle ist die Verschiebung der Substanz durch die deformierende Kraft gerade gleich und entgegengesetzt der Verschiebung durch die Elastizität

---

[1]) Im Falle der Kolophonium-Terpentinölgemische trifft dies zu, wenn die Gemische heiß in die Röhre gefüllt werden.

der Wand, es tritt daher keine Bewegung ein. Man hat ein dynamisches Gleichgewicht. Da das Korrektionsglied vom Drucke nicht abhängt, so macht eine Steigerung des Druckes nichts aus, nur darf der Druck nicht so weit gesteigert werden, daß ein Reißen oder Gleiten der Substanz eintritt.

Im täglichen Leben macht man von dieser Eigenschaft Gebrauch beim Kitten mit Substanzen, die an und für sich leicht dauernde Deformationen erleiden, in dünner Schicht zwischen zwei Körpern aber ein festes Bindemittel bilden. Bei jeder Deformation des gekitteten Körpers ist die Verschiebung in der dünnen Kittschicht klein, die Verschiebung des die Rolle der Wand spielenden gekitteten Mediums dagegen groß, und daraus resultiert eine Wirkung, die eine Verschiebung an der Kittstelle verhindert.

Die Größe a in (7) läßt sich aus zwei Werten von Q bestimmen, wenn man zwei Röhren von solchem Radius nimmt, daß für sie das Poiseuillesche Gesetz nicht mehr gültig ist. Wäre die Konstante b in Gl. (5) gegeben, so würden die Versuche auch den Modul n der Substanz geben, da der Modul N der Wand der experimentellen Bestimmung leicht zugänglich ist.

Für zwei Gemische ergibt sich, die Dimensionen und elastischen Verhältnisse der Apparate als gleich vorausgesetzt,

$$a_1 : a_2 = n_1 : n_2,$$

d. h. die Konstanten a verhalten sich für verschiedene Gemische wie die Scherungsmoduln.

Da ferner $\eta = n\,T$, so ist:

$$\frac{\eta_1}{T_1} : \frac{\eta_2}{T_2} = a_1 : a_2.$$

Da η_1 und η_2 aus den Versuchen folgen, so ist auch das Verhältnis der Relaxationszeiten gegeben.

4. Vergleich von Theorie und Experiment. — Bezeichnet man mit η' den Reibungskoeffizienten, wie er sich aus der Ausflußmenge nach dem Poiseuilleschen Gesetz berechnen würde, so ist:

$$\eta' = \frac{\eta}{1 - \frac{r_0}{r}}.$$

Dabei sind der kritische Wert des Radius r_0, für den kein Strömen mehr eintritt, und der wahre Reibungskoeffizient η kon-

stante Größen im Gegensatz zu dem scheinbaren Reibungskoeffizienten η'. Man sieht, der scheinbare Reibungskoeffizient hängt nur vom Radius der Röhre ab, nicht von der Länge der Röhre und vom Druck. Dies stimmt mit den Versuchsergebnissen von H. Glaser.

Eine quantitative Anwendung auf die Versuche von H. Glaser ist zunächst nicht möglich, da die Dimensionen und Elastizitätsverhältnisse der Röhren verschieden sind. Unter der Annahme, daß dieselben für alle Röhren die gleichen sind, sind für die Beobachtungen mit der Lösung, deren Reibungskoeffizient von der Größenordnung 10^9 ist, die beob. und ber. Werte von η' in der folgenden Tabelle nebeneinandergestellt. Die Konstanten η und c sind dabei aus den beiden extremsten Werten von η' berechnet.

r	1,241	1,019	0,746	0,576	0,364	0,315	0,209
$\eta' \cdot 10^{-9}$ beob.	4,53	4,59	5,62	7,91	25,2	—	∞
$\eta' \cdot 10^{-9}$ ber.	4,53	4,89	5,86	7,46	25,2	∞	∞

Die Übereinstimmung ist eine genügende, wenn man die Fehlerquellen bei Beobachtung und Berechnung berücksichtigt.

In einem Punkte zeigen Theorie und Beobachtung keine vollkommene Übereinstimmung. Die beobachteten Werte liegen für $r = 1{,}241$ cm bereits in dem Bereich, in dem der Reibungskoeffizient nach der Beobachtung konstant ist, während nach der Berechnung noch eine weitere Abnahme von η' mit wachsendem Radius erfolgen würde und η für $r = \infty$ gleich 3,38 werden würde.

Wenn die Übereinstimmung hierin keine vollkommene ist, so muß beachtet werden, daß wir eine Reihe von Faktoren bei der mathematischen Ableitung nicht berücksichtigt haben.

Es sind dies:

1. die Kompressibilität,
2. die elastische Nachwirkung,
3. die Inhomogenität,
4. die Gleitung

der Substanz.

Die Hypothese der Inkompressibilität wird bei allen Flüssigkeitsbewegungen gemacht, und soll daher im folgenden zunächst

nicht darauf eingegangen werden. Dagegen sollen die anderen Faktoren kurz besprochen werden.

Es wurden bisher zwei Arten von Verschiebungen im Inneren eines Körpers unterschieden: Die elastische Verschiebung und die bleibende. Der Relaxationsprozeß wurde aufgefaßt als der Übergang von elastischer Verschiebung in bleibende. Neben der bleibenden Verschiebung tritt bei der Deformation eines festen Körpers noch eine dritte Art von Verschiebung auf, die Verschiebung infolge der Nachwirkung. Die elastische Nachwirkung bewirkt, daß die in einem Körper hervorgerufene Deformation nicht sofort in ihrer ganzen Größe eintritt, es ist vielmehr eine längere Zeit dazu nötig. Nach Aufhebung der Deformation kehrt der Körper nicht sofort, sondern innerhalb längerer Zeit in seine ursprüngliche Lage zurück, soweit nicht Relaxation sich geltend macht.

Inwieweit die Erscheinungen der Nachwirkung sich durch Inhomogenität in der Substanz erklären lassen, soll zunächst nicht weiter ausgeführt werden.

Die Inhomogenität einer Substanz kann von zweierlei Art sein. Sie kann eine in der Natur der Substanz begründete sein, wenn sich diese aus zwei Komponenten aufbaut. Dies ist wahrscheinlich bei Gelatine der Fall[1]).

Sie kann ferner eine zufällige sein, z. B. durch die Art des Erstarrens bedingt sein.

Bei Kolophonium-Terpentinölgemischen ist die Inhomogenität zweiter Art in den engen Röhren sicher vorhanden. Diese ist bedingt durch die großen Volumänderungen, die beim Erstarren eintreten, und die trotz sorgfältiger Kühlung jedenfalls vorhanden sind, was schon aus dem Verhalten des reinen Kolophoniums hervorgeht, bei dem trotz sorgfältiger Kühlung ein Springen in den engen Röhrenteilen eintritt.

Ist eine solche Inhomogenität vorhanden, so sind in einzelnen Schichten Verschiedenheiten des Moduls und der Relaxationszeit vorhanden[2]). Dadurch können im Innern der Substanz

[1]) Vgl. über den Aufbau organischer Kolloide G. Quincke, Ann. d. Phys. Bd. 10, S. 673. 1903.

[2]) Man vgl. hierzu das Verhalten von gezogenen, gehärteten und langsam gekühlten Drähten, die wesentlich verschiedene Elastizitätskonstanten haben. Außer den elastischen Nachwirkungen sind auch die

analoge Erscheinungen auftreten, wie sie durch die Elastizität der Wand bedingt sind. Inwieweit diese Erscheinungen bei den Kolophonium-Terpentinölgemischen eine Rolle spielen, müssen weitere Versuche zeigen. Der Einfluß einer vorhandenen Gleitung auf die Beobachtungsresultate wird im folgenden besprochen.

5. Ist auch bei gewöhnlichen Flüssigkeiten ein Einfluß der Elastizität der Wand vorhanden? — Dieselben Erscheinungen wie bei Kolophonium-Terpentinölmischungen müssen auch bei gewöhnlichen Flüssigkeiten auftreten. Die Zunahme des scheinbaren Reibungskoeffizienten tritt jedoch nach Versuchen von H. Glaser[1]) bei Terpentinöl erst bei einem so kleinen Radius auf, daß die Beobachtungen durch Staubteilchen sehr stark beeinflußt werden und daher sichere Messungen nur sehr schwer anzustellen sind.

Ob wir einen Einfluß der Elastizität der Wand erwarten können, hängt von der Größe des Moduls der Flüssigkeit ab. Über die Größe des Moduls der Flüssigkeiten wissen wir nichts. Aus dem optischen Verhalten der Flüssigkeiten bei der Deformation hat man vielfach einen Schluß auf die Größe ihres Scherungsmoduls gemacht.

Bringt man eine Flüssigkeit zwischen zwei konzentrische Zylinder, von denen der eine in Rotation versetzt wird, so tritt bei einer Reihe von Flüssigkeiten Doppelbrechung auf, bei anderen dagegen nicht. Da $\eta = n\,T$, so schließt man: Wenn von zwei Flüssigkeiten mit ungefähr demselben Reibungskoeffizienten die eine starke Doppelbrechung zeigt, die andere dagegen nicht, so muß für die erste die Relaxationszeit groß, für die letztere klein sein, und die obige Beziehung ergibt dann die entsprechende Annahme über die Größe des Moduls.

Dieser Schluß ist jedoch an und für sich keineswegs nötig[2]),

---

bleibenden Deformationen verschieden, was auf eine verschiedene Relaxationszeit hinweist.

[1]) H. Glaser a. a. O., S. 18.

[2]) Für Gelatinelösungen in plastischem Zustand ist die Relaxationszeit sehr groß, der Modul ist schon im festen Zustand klein und nimmt mit wachsender Temperatur ab. Dies läßt es wahrscheinlich erscheinen, daß für Gelatinelösungen in der Tat die obige Annahme zutrifft. Ebenso könnte man aus der Größe des Moduls im festen Zustand bei den Nicht-Kolloiden auf die Größe im flüssigen Zustand schließen. Doch ist auch dieser Schluß keineswegs bindend.

denn einmal kann der Unterschied in den optischen Konstanten sehr groß sein, und vor allem ist zu berücksichtigen, daß die erteilten Deformationen sehr groß sind. Wir kennen aber an sehr vielen Körpern die Erscheinung, daß sie bei rascher Deformation sich spröde verhalten, während sie bei langsamer Deformation starke Formveränderungen erfahren können. Dies Verhalten ist bedingt durch die Größe zweier Eigenschaften der Substanz, durch die Größe der Relaxationszeit und die Grenze der momentanen Deformation, die nicht ohne Aufhebung der Bruchfestigkeit überschritten werden darf. Diese Grenze ist für verschiedene Körper sehr verschieden, man vergleiche nur das verschiedene Verhalten von Glas oder Eis einerseits und von wässeriger Gelatine und Kautschuk andererseits.

Wird bei einer Flüssigkeit schon bei einer kleinen Deformation die Grenze überschritten, bei der eine Art von Reißen eintritt, so erklärt sich daraus das Fehlen des optischen Effekts, auch für den Fall, daß die optische Konstante einen endlichen Wert hat. Das Reißen wird gewöhnlich nicht an der Wand selbst, zumal wenn die Flüssigkeit an dieser haftet, eintreten, sondern im Inneren der Flüssigkeit. Wir haben nicht ein Gleiten an der Wand, sondern ein Gleiten von Flüssigkeitsschicht an Flüssigkeitsschicht in der Nähe der Wand.

Daß bei flüssigen Gelatinelösungen ebenso wie bei festen starke Formveränderungen möglich sind, ohne daß ein Reißen eintritt, dafür spricht die Erscheinung, daß beim Herabfallen eines einzelnen Tropfens sich dieser bei Gelatine zu einem Faden deformiert, während bei Wasser ein Reißen eintritt. Es wird daher außer dem Größenunterschied der Relaxationszeit auch der Unterschied der Schubfestigkeit bei der Strömung eine Rolle spielen.

Tritt bei den raschen Flüssigkeitsbewegungen bei Rotation des Zylinders ein Gleiten der Substanz ein, so ist die Frage, ob auch schon bei den langsamen Flüssigkeitsbewegungen beim Strömen durch Kapillaren eine Gleitung eintritt.

Tritt eine Gleitung an der Röhrenwand ein, so ergibt sich für die Ausflußmenge Q pro sec.[1])

$$Q = \frac{\pi P}{8 \eta l}\left(r^4 + 4 \frac{\eta}{\lambda} r^3\right),$$

[1]) G. Kirchhoff a. a. O., S. 373.

wo λ eine von der Natur der Flüssigkeit und des berührenden Körpers abhängige Konstante ist.

Bezeichnet man mit η' den scheinbaren aus der Ausflußmenge nach dem Poiseuilleschen Gesetz berechneten Reibungskoeffizienten, so ergibt sich

$$\eta = \eta' \left(1 + \frac{d}{r}\right),$$

wenn man $d = 4 \frac{\eta}{\lambda}$ setzt.

Führt man noch das oben definierte Korrektionsglied ein, so hängt es von der Größe der Differenz $d - c$ ab, ob eine Abweichung vom Poiseuilleschen Gesetz auftritt oder nicht. Es ist somit in vielen Fällen möglich, daß die beiden Korrektionsglieder sich gerade aufheben, wenn die Versuchsbedingungen nicht innerhalb weiterer Grenzen variiert werden, als dies gewöhnlich der Fall ist.

Eine Gleitung von Flüssigkeitsschicht an Flüssigkeitsschicht in der Nähe der Wand darf erst von einem bestimmten Druck an auftreten, es muß also der scheinbare Reibungskoeffizient vom Drucke abhängig sein, denn der Einfluß der Elastizität der Wand gibt von diesem Druck ab eine rücktreibende Kraft, die nicht mehr einfach proportional der angewandten Druckdifferenz gesetzt werden darf.

In der Tat hat G. Wetzstein[1]) eine Abhängigkeit des aus der Ausflußmenge nach dem Poiseuilleschen Gesetz berechneten Reibungskoeffizienten gefunden und führt dieselbe auf Gleitung zurück.

Daß auch bei Flüssigkeiten ein Wachsen des scheinbaren Reibungskoeffizienten eintritt, wenn die Bedingung des Haftens erfüllt ist, dafür sprechen neuere Versuche von Denning und Watson[2]) über die Viskosität des Blutes.

Über die Öle, bei denen infolge der größeren Elastizitätsgrenze die Erscheinungen jedenfalls leichter zu verfolgen sind, liegen bis jetzt noch keine Versuche vor.

Auf die Bedeutung der oben entwickelten Anschauungen für geologische Verhältnisse, speziell auf die Rolle bei der Strömung

---

[1]) G. Wetzstein. Dissertation. München 1899.

[2]) Denning u. Watson. Nature Bd. 75, S. 47. 1906.

von zähflüssigem Magma und auf die Bewegung von Eis in engen Kanälen sei nur verwiesen.

Die Anwendung der im vorhergehenden entwickelten Anschauungen auf die Gleichgewichtszustände bei der Berührung eines vollkommen elastischen Mediums mit einem Medium, in dem Relaxation auftritt, und bei der Berührung zweier Medien mit Relaxation führt zu einer Theorie einer Reihe von Oberflächenerscheinungen. Die weiteren Ausführungen über diesen Gegenstand sollen einer späteren Publikation vorbehalten bleiben.

Erlangen, Physik. Institut der Universität, Dezember 1906.

Über den derzeitigen Stand der Frage nach dem Erreger der Syphilis.

Von L. Hauck.

Aus der medizinischen Klinik der Universität Erlangen.

Vorgetragen in der Sitzung vom 20. Januar 1906.

Nachdem in den letzten Jahrzehnten durch die bahnbrechenden Arbeiten von Pasteur und Koch die Bakteriologie in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses gerückt wurde und heute den Mittelpunkt der Lehre der Infektionskrankheiten bildet, ist es leicht begreiflich, daß seit Jahren von den verschiedensten Seiten nach dem Erreger der Syphilis gefahndet wurde. Denn daß man es bei der Syphilis mit einer Infektionskrankheit zu tun habe, darüber konnte nach dem Verlaufe und dem Bilde der Erkrankung keinerlei Zweifel bestehen. Die ersten Mitteilungen über vermeintliche Erreger der Syphilis finden sich schon im 16. Jahrhundert, und wurde von Kircherius und Abercromby ein — *Contagium animatum* —, von Deidier eine — *Animalcula numerosa* — als Erreger angenommen, ohne daß sich aber diese Forscher klar darüber waren, ob es sich um Mikrobien oder tierische Parasiten handeln könnte.

Erst seit dem vorigen Jahrhundert findet man genauere Angaben über bestimmte Organismen, und dürfte von Donné (1837) die erste diesbezügliche Abhandlung stammen, welcher im Sekrete von Schankern und vereiternden Lymphdrüsen eine grobe Spirochäte nachwies, die er unter dem Namen — *Vibrio lineola* — genauer beschrieb. Seit dieser Zeit nun sind von einer großen Zahl von Forschern die verschiedensten Pilze, Bakterien, auch bei Färbungen gewonnene Kunstprodukte als Syphiliserreger angenommen worden. So beobachtete Aufrecht (1881) in breiten Kondylomen eine bestimmte Kokkenart, und wurden

seine Befunde auch teilweise von Martineau, Birch-Hirschfeld und Barduzzi bestätigt. Aber erst die Veröffentlichungen von Lustgarten (1885) erregten das Interesse weiterer Kreise und führten zu zahlreicher Nachprüfung. Das Resultat derselben war, daß dem von Lustgarten beschriebenen Bazillus eine spezifische Wirkung auf die Erzeugung der Syphilis nicht zugesprochen werden konnte, obwohl Matterstock und Markuse längere Zeit warme Verteidiger dieser Theorie blieben. Durch Tavel, Alvarez und Klemperer wurde jedoch mit Sicherheit nachgewiesen, daß die Lustgartenschen Bazillen identisch waren mit den Smegmabazillen. Auch die zwei Jahre später von Lostorfer beschriebenen glänzenden kugeligen Gebilde im Blute Syphilitischer konnten einer strengen Kritik nicht lange Stand halten. Es würde zu weit führen, alle für die Syphilis als spezifisch angesehenen Kokken und Stäbchen einzeln anzuführen, und beanspruchen die betreffenden Veröffentlichungen zurzeit wohl auch kein größeres Interesse mehr, nachdem regelmäßig der Beweis erbracht werden konnte, daß die beschriebenen Mikroorganismen zwar in syphilitischen Produkten vorkommen, aber für die Ätiologie der Erkrankung nicht in Betracht gezogen werden können.

Nachdem dann die Frage nach der Syphilisätiologie mehrere Jahre vollständig geruht hatte, erschienen in neuerer Zeit die Mitteilungen v. Niessens, welcher angeblich bei jahrelang fortgesetzten Untersuchungen an Luetikern stets denselben Bazillenbefund erheben, seinen Bazillus in Reinkulturen züchten und durch Überimpfung auf Tiere bei diesen Syphilis erzeugen konnte. Durch zahlreiche Arbeiten sowie durch Vorträge auf vielen Kongressen versuchte er vergeblich seiner Theorie Anerkennung zu verschaffen. Wälsch hat es unternommen, in äußerst exakt durchgeführten Untersuchungen die Befunde v. Niessens nachzuprüfen, und konnte feststellen, daß den von ihm als spezifisch für Syphilis angesehenen Mikrobien diese Eigenschaft nicht zukomme. Der von v. Niessen beschriebene Bazillus, welcher nicht konstant bei Syphilis vorkommt, läßt sich zwar in Reinkultur züchten und ruft auch öfters bei den Versuchstieren eine Erkrankung hervor, welche aber nicht identisch mit Syphilis ist. Von den geimpften Tieren läßt sich der Bazillus nicht wieder zurückzüchten. Ebenso wenig Anerkennung fand der von

Joseph und Piorkowski aus dem Sperma Syphilitischer gezüchtete Bazillus. Ihre Entdeckung wurde mehrmals in ziemlich heftiger Weise angegriffen, besonders von Delbanco und Pfeiffer, welche übereinstimmend diese gezüchteten Mikroorganismen für pseudodiphtheritische Bazillen erklärten und denselben jegliche pathogenetische Bedeutung absprachen. Diese Ansicht wurde durch die vollständig negativen Impfversuche mit den von Joseph gezüchteten Kulturen bestätigt, indem Überimpfung in die menschliche Haut nicht die geringsten Veränderungen hervorrief.

Seit Anfang vorigen Jahres ist nun die Syphilisforschung in ein neues Stadium eingetreten, und gaben die Veranlassung hierzu die ziemlich gleichzeitig erschienenen Arbeiten von Siegel sowie Schaudinn und Hoffmann, welche allerseits das regste Interesse hervorriefen, nachdem schon kurze Zeit nach dem Erscheinen der ersten Publikationen ihre Befunde von anderer Seite teilweise Bestätigung fanden. Siegel konnte sowohl im Blute, Organsaft, Sklerosesekret wie auch in breiten Papeln Syphilitischer charakteristische Parasiten nachweisen, welche er durch die Färbung ihrer Kerne und Geißeln als wohlcharakterisierte Protozoen und zwar als Flagellaten bestimmte. Er beschreibt sie im ungefärbten Präparate als $^1/_2$—$2^1/_2$ μ im Durchmesser haltende, sehr bewegliche Körperchen, die sich infolge ihres stärkeren Lichtbrechungsvermögens von allen anderen Gebilden scharf abheben. Sie sind birnförmig gestaltet und mit ziemlich langen Geißeln versehen. Diesem Protozoon gab Siegel den Namen *Cytorrhyctes luis*. Die Färbung ist nach seinen eigenen Angaben ziemlich kompliziert, und bedarf es großer Übung, um gute Bilder zu bekommen, welche Täuschungen ausschließen. Überhaupt sollen die Schwierigkeiten der Sichtbarmachung der Flagellaten ungewöhnlich große sein, und sind sowohl intensive Lichtquelle als auch starke Vergrößerung mit besten Apochromaten und schärfsten Okularen (Komp. Okular 12—18) nötig. Wenn auch eine Bestätigung der Siegelschen Befunde von mehreren Seiten vorliegt (Schulze, Freund, Winkler) und in letzter Zeit wieder aus der Bummschen Klinik in Berlin, wo selbst der *Cytorrhyctes luis* in der Plazenta Syphilitischer gefunden wurde, so erwecken doch die Veröffentlichungen seiner Übertragungsversuche der Syphilis auf Tiere

Mißtrauen und mahnen mindestens zur Vorsicht. Bevor ich nun jedoch diese Versuche kritisch näher beleuchte, ist es unbedingt nötig, auf die bisher gelungene Übertragung der Syphilis vom Menschen auf das Tier etwas genauer einzugehen.

Daß seit Jahren versucht wurde, die Syphilis auf Tiere zu überimpfen, lag sehr nahe als Analogon zu anderen Infektionskrankheiten, bei welchen dies ja bekanntermaßen sehr gut möglich ist. Man konnte hoffen durch den positiven Ausfall solcher Versuche den Erreger der Krankheit leichter zu finden, vielleicht auch wie bei der Diphtherie und Vakzine ein immunisierendes Serum zu gewinnen. Doch so zahlreiche Versuche auch gemacht wurden, und zwar bei den verschiedensten Tieren wie Hunde, Katzen, Pferde, Schweine, Esel, Ziegen, Kaninchen, Meerschweinchen, Tauben, Frösche, Salamander, es konnten niemals einwandsfreie positive Resultate erzielt werden. Zwar traten häufig an den Impfstellen Hautveränderungen auf, welche vielleicht sogar mit syphilitischen Effloreszenzen Ähnlichkeit hatten, jedoch ließ sich durch genaue Untersuchung und Prüfung regelmäßig der Nachweis erbringen, daß diese Tierarten als unempfänglich für das syphilitische Virus angesehen werden müssen. Vor allem gelang nie eine Weiterimpfung auf dieselbe Tiergattung. Umsomehr Aufsehen erregten vor zwei Jahren die Mitteilungen aus dem Pasteurschen Institut von Metschnikoff und Roux, welchen es geglückt sein sollte, auf anthropoide Affen (Schimpansen) Syphilis übertragen zu haben. Obwohl nun experimentelle Untersuchungen an anthropoiden Affen mit äußerst großen pekuniären Opfern verknüpft sind, da diese Tiere bekanntlich wohl infolge der veränderten Lebens- und Ernährungsverhältnisse nur sehr schwer in der Gefangenschaft längere Zeit lebend zu erhalten sind und häufig an Dysenterie oder Tuberkulose zugrunde gehen, so konnten doch nach kurzer Zeit schon durch Lassar, Neisser, Kraus und Finger die von den beiden französischen Autoren gewonnenen Resultate bestätigt werden.

Metschnikoff und Roux hatten einen zweijährigen weiblichen Schimpansen (Troglodytes niger) mit dem Sekret eines harten Schankers am Präputium clitoridis und an der rechten Augenbraue geimpft. Nach 26tägigem Inkubationsstadium entstand an der Impfstelle ein kleines Bläschen, das sich allmählich

in ein charakteristisches induriertes Geschwür verwandelte. Wenige Tage später machte sich eine indolente Anschwellung der Leistendrüsen bemerkbar und 56 Tage nach der Impfung traten an der Haut des Bauches und Rückens papulöse, teils mit Schuppen, teils mit Krusten bedeckte Effloreszenzen auf, deren histologische Untersuchung für Syphilis charakteristische Gefäßveränderungen ergab. Von dem Geschwüre dieses Affen wurde dann Sekret auf einen zweiten Schimpansen (Troglodytes calvus) übertragen und in eine skarifizierte Stelle des Penis eingerieben, außerdem noch abgekratzte Massen einer Hautpapel in eine skarifizierte Stelle des Oberschenkels. An beiden Impfstellen trat nach 35tägiger Inkubationsfrist ein induriertes typisches Schankergeschwür auf, gefolgt von indolenter Schwellung der Leistendrüsen. Nach weiteren 45 Tagen ging das Tier zugrunde, ohne daß sich Hautveränderungen gezeigt hatten.

Aus diesen beiden Versuchen zogen nun Metschnikoff und Roux den Schluß, daß die Syphilis auf Schimpansen übertragbar sei, bei diesen Tieren ein der menschlichen Syphilis ganz ähnliches Krankheitsbild hervorrufe und sich von Tier auf Tier weiter übertragen lasse.

Ausgehend von diesen Versuchen an hochstehenden Affen, gingen sie dann über zu Versuchen mit niederer stehenden Affenarten, den Makaken, und konnten unter 12 Tieren bei 2 Macacus sinicus und 2 Macacus cynomolgus nach ihrer Ansicht positiven Ausfall der Syphilisimpfung konstatieren, wenngleich das Bild der hervorgerufenen Krankheitserscheinungen sich wesentlich von dem der beiden Schimpansen unterschied. Nach einer Inkubationszeit von 25—28 Tagen erschienen an den Impfstellen kleine, derb infiltrierte Erosionen und Papeln, welche in kurzer Zeit spontan heilten. Drüsenschwellungen oder sekundäre Hauterscheinungen wurden nie beobachtet. Die beiden Forscher glaubten nun infolge des raschen Abheilens dieser Effloreszenzen an den Impfstellen sowie des Fehlens der bei den Schimpansen beobachteten starken indolenten Drüsenschwellungen zu der Annahme berechtigt zu sein, daß es sich bei diesen niederen Affenarten um abgeschwächte Syphilis handeln könne. In dieser ihrer Ansicht wurden sie noch bestärkt, als sie Sekret von einer der erwähnten Primäraffektionen eines Makaken auf das Präputium clitoridis eines Schimpansen überimpften und

nach 15 Tagen zirkumskripte rote Flecke auftreten sahen, welche in 10 Tagen, ohne daß weitere Begleiterscheinungen sich hinzugesellt hatten, wieder verschwanden. Als sie dann nach weiteren 30 Tagen diesen vorbehandelten Schimpansen mit menschlichem Syphilisvirus impften, trat zwar bereits nach 8 Tagen allgemeine Drüsenschwellung auf, aber die bei den beiden anderen Schimpansen beobachteten charakteristischen Primäraffektionen an den Impfstellen blieben aus. Beide Forscher zogen nun aus dieser Beobachtung den Schluß, daß es möglich sei, auf dem Wege der Tierpassage Schimpansen gegen menschliches Syphilisvirus zu immunisieren. So schön nun auch dieser Gedanke wäre, so gingen Metschnikoff und Roux mit ihren Schlußfolgerungen doch viel zu weit, und kann dem einzigen Versuch natürlich keinerlei Beweiskraft zugestanden werden. Bei der Wichtigkeit dieses Problems wurde deshalb von der gesamten wissenschaftlichen Welt mit lebhaftester Freude der Entschluß von Prof. Neisser begrüßt, auf den Sundainseln an reichhaltigem Tiermaterial genaue und ausgiebige Studien über die Übertragbarkeit der menschlichen Syphilis auf Affen zu machen.

An dieser Stelle sei noch kurz erwähnt, daß bereits vor den Veröffentlichungen aus dem Pasteurschen Institut von anderer Seite (Klebs, Martineau, Sperck, Nicolle, Hamonic) Syphilisüberimpfungen auf Affen niederer Art vorgenommen und Krankheitserscheinungen beobachtet wurden. Nur konnten diese Autoren nicht den Beweis erbringen, daß die bei den Affen erzielten Hautveränderungen syphilitischer Natur waren, da ihnen eben die Möglichkeit der Überimpfung von Tier zu Tier gefehlt hatte. Jedenfalls gewinnen die betreffenden Mitteilungen jetzt an Wert, insbesondere nachdem vor wenigen Tagen die Resultate der ausgiebigen Forschung Neissers in Batavia veröffentlicht wurden, denen wir zugleich in Berücksichtigung der schon bei früheren Untersuchungen in Breslau erhobenen Befunde folgendes entnehmen können.

Neisser hat in Gemeinschaft mit seinen Assistenten Baermann und Halberstädter an einem Material von etwa 900 Affen seine Untersuchungen durchgeführt und von anthropoiden Affen Orang-Utans und graue Gibbons, von niederen Affenarten meist Makaken (Macacus cynomolgus, nemestrinus und niger) ver-

wendet. Was die Wahl des syphilitischen Impfmaterials betrifft, so zeigte sich, daß charakteristische Effloreszenzen an den Impfstellen um so rascher und sicherer entstanden, je florider der syphilitische Prozeß beim Menschen oder Affen war, von dem abgeimpft wurde. Recht günstige Erfolge wurden mit Gewebsstückchen frischer noch nässender Primäraffekte erzielt, während mit in Abheilung begriffenen nur sehr unsichere, mit abgeheilten Primäraffekten aber überhaupt keine positiven Resultate zu gewinnen waren. Als ausgezeichnetes Impfmaterial bezeichnet Neisser ferner Kondylome und Plaques muqueuses, als gutes Impfmaterial primär geschwellte Drüsen, und zwar weniger die zentral erweichten als die frisch erkrankten peripheren Teile der Drüsen. Bei Verimpfung tertiär syphilitischer Produkte konnte er nur einen einzigen positiven Befund erheben, und zwar durch Inokulation von Material aus der Wand eines noch geschlossenen Gummis. Nachdem es auch Finger und Landsteiner zweimal geglückt ist, Gewebe aus der Wand noch geschlossener Gummis mit positivem Erfolge zu verimpfen, im Gegensatze zu nur negativen Resultaten bei der Übertragung sonstiger tertiär syphilitischer Produkte, so vermutet Neisser, daß akute Eiterungsvorgänge mit starkem Gewebszerfall vielleicht eine Zerstörung des Virus herbeiführen. Impfversuche mit menschlichem Blut sowie mit Serum syphilitischen Blutes fielen stets negativ aus. Die Einführung des Syphilismaterials in die Haut der Affen geschah regelmäßig in der Weise, daß gründlich und tief skarifiziert wurde, und dann, soweit es irgendwie möglich war, exzidierte Gewebsstückchen verwendet, zerquetscht und kräftig in die Wunden eingerieben wurden. Bei Einverleibung syphilitischen Materials auf subkutanem Wege konnte auch nicht ein einziges Mal Syphilis hervorgerufen oder Immunität bei den Tieren erzeugt werden. Die Skarifikations- und Impfwunden heilten meist in sehr kurzer Zeit völlig zu, und entsprechend den Verhältnissen beim Menschen entwickelte sich dann nach Verlauf einiger Wochen ein typischer Primäraffekt. Die Inkubationsdauer betrug bei sämtlichen Affenarten gleichmäßig mehrere Wochen, in 70% der Fälle 26 bis 40 Tage. Die geringste Inkubationsfrist waren 15, die längste 65 Tage, wobei als Inkubationsstadium die Zeit von der Impfung bis zur Ausbildung deutlicher klinisch diagnostizierbarer Primär-

affekte gerechnet wurde. Das Aussehen der letzteren war nicht immer ein gleichartiges. Es ließ sich zwar in sämtlichen Fällen eine blaurote, feste, gegen die Umgebung abgesetzte Infiltration nachweisen, die Oberfläche derselben war jedoch teils ganz trocken und nur mit Schuppen bedeckt, teils verwandelte sie sich zu charakteristischen wenig sezernierenden Flächen. Manchmal wurden auch rasch zerfallende tiefe Ulzerationen beobachtet.

Was nun den weiteren Verlauf der Syphilis bei den Tieren betrifft, so ließ sich eine Störung des Allgemeinbefindens bei den niederen Affen niemals konstatieren. Auch traten bei denselben keine allgemeinen sekundären Hauterscheinungen auf. In einigen Fällen entwickelten sich zwar im Gesichte vereinzelte verdächtige Knötchen, mit welchen aber nie positive Abimpfungen möglich waren. Dagegen zeigten sich häufiger in der Umgebung der ursprünglichen Impfstelle regionäre annuläre und serpiginöse Eruptionen, welche Neisser als örtliche Rezidive an der Stelle der geheilten Primäraffekte ansehen zu müssen glaubt, und von welchen wieder mit Erfolg abgeimpft werden konnte. Deutlich ausgeprägte primäre Drüsenschwellungen fehlten.

Anders liegen die Verhältnisse bei den anthropoiden Affen. Bei diesen Tieren konnten fast durchwegs starke indolente Drüsenschwellungen konstatiert werden. Bei den Orang-Utans und Schimpansen stellten sich schon kurze Zeit nach der Impfung Abgeschlagenheit und Abnahme der Freßlust ein, Erscheinungen, die auch zur Zeit der Entwicklung des Primäraffektes sich geltend machten und in diesem Stadium ebenfalls bei den Gibbons vorhanden waren. Ausgeprägte sekundäre Allgemeinerscheinungen kamen nur bei Gibbons zur Beobachtung und auch hier nicht in allen Fällen. Es handelte sich um mehr weniger zahlreiche papulöse Effloreszenzen im Gesicht, am Bauch, dem Gesäße, an den Handtellern und den Schleimhäuten, welche positiv überimpfbar waren.

Der verschiedene Krankheitsverlauf der Syphilis bei anthropoiden und niederstehenden Affen zwingt uns unwillkürlich, der Frage näher zu treten, ob die von Metschnikoff und Roux geäußerte Ansicht, daß es sich bei dem Krankheitsbilde der niederen Affen um abgeschwächte Syphilis handle, nicht doch als Tatsache aufzufassen sei. Zu dieser Vermutung werden wir

fast auch gedrängt, nachdem aus den zahlreichen vorliegenden Untersuchungsergebnissen der Neisserschen Forschung nahezu mit Sicherheit geschlossen werden darf, daß bei den anthropomorphen Affen, insbesondere den Schimpansen und Gibbons, eine größere Empfänglichkeit für die Syphilis besteht als bei den niederen Affenarten. So ist schon der Prozentsatz der angehenden Impfungen bei jenen ein viel höherer, ja er beträgt nahezu $100\,^0/_0$. Auch ließ sich nachweisen, daß bei ersteren gewisses Impfmaterial noch positive Resultate ergab, bei letzteren dagegen versagte. Ferner können anthropomorphe Affen an jeder beliebigen Körperstelle mit Erfolg geimpft werden, während bei den niederen Affen, abgesehen von ganz vereinzelten Ausnahmen (Finger bei Cynocephalus hamadryas), typische syphilitische Effloreszenzen nur nach Impfung an den Augenbrauen und Genitalien entstehen.

Die Lösung der oben aufgeworfenen Frage bietet große Schwierigkeiten, und kommt in erster Linie die Tierpassage in Betracht. Zuvor muß aber natürlich der Nachweis erbracht sein, daß nicht schon größere Differenzen in der Virulenz des Syphilisgiftes überhaupt bestehen, auf deren Konto stärker oder geringer ausgeprägte Krankheitserscheinungen gesetzt werden könnten. Bezüglich dieses Punktes sei nun kurz erwähnt, daß bei den Untersuchungen Neissers das verwendete Impfmaterial abwechselnd sowohl von primären und sekundären Produkten syphilitischer Menschen wie auch höherer und niederer Affen stammte und deutliche Unterschiede in der Wirkung nicht nachzuweisen waren. Wie schon einmal kurz hervorgehoben wurde, fiel nur regelmäßig auf, daß die Aussichten für positiven Ausfall der Impfungen um so größer waren, je florider der Prozeß war, von dem abgeimpft wurde. Neisser glaubt, nach seinen bisherigen Erfahrungen, indem er zugleich betont, daß zur Abgabe eines definitiven Urteils nach dieser Richtung hin die Versuchsreihen noch zu klein sind, daß Qualitätsunterschiede des Syphilisvirus nicht bestehen.

Es wäre nun also eine Abschwächung desselben auf dem Wege der Tierpassage in Berücksichtigung zu ziehen. Neisser hat zu diesem Zwecke eine größere Zahl äußerst exakt durchgeführter Versuchsreihen gemacht und ist bei Tieren derselben Gattung bisher bis zur 5. Generation gelangt (Finger bis

zur 6.). Er ging dabei in der Weise vor, daß er in dem einen Teil der Versuchsreihen von Tier zu Tier innerhalb der niederen Tiergattungen verimpfte, in dem anderen Teil abwechselnd zwischen anthropoiden und niederen Tieren. Das Impfmaterial entnahm er entweder den an den Inokulationsstellen entstandenen Primäraffekten oder inneren Organen, nachdem ihm bei einer größeren Zahl niederer Affen der Nachweis geglückt war, daß deren Milz, Knochenmark, Drüsen und Hoden infektiöses Material enthielten, welches leicht auf anthropoide Affen, weniger gut wieder auf niedere Tiere mit positivem Erfolg auf kutanem Wege zu überimpfen war. Impfversuche mit Leber, Lunge, Rückenmark, Niere und Muskel fielen bisher negativ aus, ebenso merkwürdigerweise auch die Überimpfung von Milz und Knochenmark von Orang-Utans sowie der Mehrzahl von Gibbons. Bei diesen Untersuchungen hat sich nun mit Sicherheit herausgestellt, daß nach einmaligem Passieren der Syphilis durch einen niederen Affen, von dessen Primäraffekt wieder abgeimpft wurde, keine Virulenzänderung hervorgerufen wird.

Ferner zeigte sich, daß nach Passage durch mehrere Tiere hindurch eine Abschwächung des Syphilisgiftes nicht zu erzielen ist; ja Neisser gewann vielmehr bei manchen Versuchen den Eindruck, als ob dabei das Syphilisgift eine Virulenzsteigerung erführe. So enthielten Milz und Knochenmark einzelner mit menschlichem Gifte geimpfter niederer Affen kein für andere niedere Affen infektiöses Material, während Milz und Knochenmark mit „passiertem“ Virus geimpfter Tiere mit positivem Erfolge auf niedere Tiere überimpft werden konnten. Jedoch sind auch nach dieser Seite hin die Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen zu erachten. Wenn gegenwärtig durch die Passage des Virus bis zur 5. Generation keine Virulenzänderung nach einer bestimmten Richtung hin festzustellen ist, so kann vielleicht doch nach einer Passage durch 20 Generationen hindurch eine wesentliche Abschwächung des Syphilisgiftes erzielt werden. Da nun aber bei diesen Untersuchungen so große Versuchsreihen nur mit vieler Mühe durchzuführen sind und ein einziger negativer Ausfall oder plötzlicher Tod eines Tieres die ganze Versuchsreihe unterbrechen kann, so wird die definitive Lösung dieser Frage noch Jahre ernstesten Forschens und Studiums erfordern. Mit Sicherheit haben die bisherigen

Untersuchungen jedoch ergeben, daß es sich bei dem Krankheitsbild der Syphilis der niederen Affenarten nicht um Formen abgeschwächter Syphilis handeln kann.

Indem noch erwähnt sei, daß die auf dem Wege des Tierexperiments gewonnenen Resultate anderer Forscher (Finger-Landsteiner, Kraus, Lassar) sich ziemlich genau mit den eben erwähnten decken, sei es gestattet wieder zu dem *Cytorrhyctes luis* zurückzukehren.

Auch Siegel hat, um seine Theorie: — Daß der Cytorrhyctes der Erreger der Syphilis sei — zu festigen, zahlreiche Tierversuche gemacht. Nach seinen Mitteilungen gelang es ihm durch subkutane Injektion einer Emulsion von menschlichen Primäraffekten und breiten Kondylomen Syphilis auf Kaninchen und Meerschweinchen zu übertragen. In allen (ca. 50) Fällen stellten sich nach einer Inkubationszeit von 5—7 Tagen Freßunlust bei den Tieren ein, und in der zweiten Woche, sobald sie sich anscheinend wieder wohler fühlten, konnte in jedem Blutstropfen der Cytorrhyctes nachgewiesen werden. Bei einem Teil der subkutan geimpften Kaninchen zeigten sich Sekundärerscheinungen der Haut in Gestalt schuppender papulöser Effloreszenzen. Die infizierten Tiere warfen auch manchmal kongenital syphilitische Junge, mit typischen Ödemen der Fußsohlen sowie Petecchien an denselben und in der Umgebung der Nates. In all diesen syphilitischen Krankheitsprodukten fand sich in reichlicher Zahl der Cytorrhyctes vor. Auch glückte die kutane Überimpfung auf die Innenseite des Ohres sowie die Inokulation der Iris. Es traten Knötchen an der Impfstelle auf, welche bis zur vierten Woche wuchsen und im mikroskopischen Bilde sich als Rundzellenansammlung darstellten, in welchen die Flagellaten massenhaft verbreitet sich vorfanden.

Später ging Siegel dann zum Experiment an Affen über und benützte zu seinen Versuchen die Gattung Macacus rhesus. Als Impfstoff verwandte er bei zwei Tieren eine Emulsion von menschlichem Primäraffekt und Glyzerinwasser zu gleichen Teilen, bei den übrigen Tieren eine Emulsion von Nierengewebe syphilitisch infizierter Kaninchen, Meerschweinchen und Affen, welche auf dem Höhepunkt der Erkrankung getötet worden waren.

Inijiziert wurden regelmäßig mehrere Kubikzentimeter dieses Impfmaterials und zwar auf subkutanem Wege. Die ersten Tage nach der Impfung blieb der Zustand der Tiere unverändert. Zwischen 7.—10. Tag stellten sich Unlust zum Fressen ein, welche bis zur Eruption der Hauterscheinungen anhielt, die zwischen 10.—30. Tag auftraten. Auf der Haut des Körpers schossen kleine Knötchen auf, welche zuerst tiefrot oder blaurot verfärbt waren. Nach einigen Tagen blaßten dieselben ab und verschwanden dann im Laufe von 1—2 Wochen unter Abschuppung vollständig. An denjenigen Körperstellen, deren Oberfläche leicht Gelegenheit zu Verletzungen infolge von Stoßen und Reiben an den Käfigwänden bot, bildeten sich auch häufiger längere Zeit nässende Geschwüre. Ferner traten bei sämtlichen Affen charakteristische Erscheinungen an den Volarflächen der Hände auf, und zwar in Gestalt hirsekorngroßer, runder, schwarz-grün gefärbter, aus der Tiefe durchschimmernder Punkte. Dieselben erreichten allmählich, indem sie sich gegen die Oberfläche verschoben, die Größe eines Pfennigstückes, stießen dann die Epidermis ab, führten zur Bildung von Geschwüren mit kupferroter Wundfläche und nahmen schließlich ganz das Aussehen von menschlichen Primäraffekten an. Durchschnittlich nach 10 Wochen involvierten diese Prozesse dann spontan, ohne deutliche Residuen an den Händen zurückzulassen. Auch machte sich bei allen Affen eine sehr starke (bis kirschgroße) indolente Anschwellung der Axillar- und Inguinaldrüsen geltend. Einigen Tieren brachte Siegel das Impfmaterial auch durch Skarifikation und kutane Einreibung bei. Dadurch erzielte er an den Inokulationsstellen Primäraffektionen, die sich als bläulich oder rötlich verfärbte, ödematöse, langsam wachsende, nicht ulzerierende Knötchen dokumentierten.

Aus diesen Versuchen folgert nun Siegel, daß es ihm gelungen sei, Syphilis nicht nur auf Affen, sondern auch auf Kaninchen und Meerschweinchen zu übertragen und von diesen wieder mit positivem Erfolg auf andere Affen zu überimpfen.

Da er außerdem bei allen Impftieren auf der Höhe der Erkrankung sowohl im Blute als auch in den sekundären Hautveränderungen sowie in den Geweben den Cytorrhyctes luis als alleinigen Parasiten regelmäßig in reichlichster Zahl finden

konnte, ebenso wie bei allen syphilitisch infizierten Menschen im Blute und Sekrete von Primäraffekten und breiten Kondylomen, während sämtliche Untersuchungen an nicht syphilitischem Material negativ ausfielen, glaubt er vollkommen berechtigt zu sein, diese Flagellaten als die Erreger der Syphilis ansehen zu dürfen.

Nun wären ja diese Schlußfolgerungen sehr einleuchtend, und wir könnten uns vielleicht auch der Ansicht Siegels zuneigen, wenn wir die Resultate seiner Tierexperimente anerkennen könnten. Dieselben rufen aber unbedingt Mißtrauen hervor, da sie in direktem Widerspruche zu den einwandsfreien Resultaten Neissers, Metschnikoffs sowie aller übrigen Forscher der Impfsyphilis stehen. Diese konnten übereinstimmend nur auf Affen, nie auf andere Tiere Syphilis übertragen. Bei den niederen Affen gelingt nur die kutane, nie aber die subkutane Überimpfung. Auch konnten bei den niederen Affen niemals deutliche Drüsenschwellungen oder allgemeine Sekundärerscheinungen auf der Körperhaut beobachtet werden.

Übrigens hat Neisser, sich genau an die Vorschriften Siegels haltend, in Batavia dessen Versuche nachgeprüft. Er impfte eine Anzahl von Kaninchen subkutan mit menschlichen sekundären Syphilisprodukten und überimpfte dann Niere dieser Tiere auf niedere Affen. Dabei konnte er nicht ein einzigesmal Syphiliserscheinungen bei den Affen erzeugen.

Ziehen wir nun neben Berücksichtigung der ganz entgegengesetzten Befunde Siegels bei seinen Tierexperimenten noch die Tatsache in Betracht, daß der Nachweis des Cytorrhyctes, selbst nach der Ansicht des Entdeckers, auch geübten Untersuchern immense Schwierigkeiten bei der mikroskopischen Sichtbarmachung bereitet und zu vielen Täuschungen führen kann, so müssen wir bei objektiver Beurteilung dem Cytorrhyctes luis als dem Erreger der Syphilis mit größter Skepsis entgegentreten.

Wenden wir uns jetzt noch den von Schaudinn und Hoffmann entdeckten Erregern zu! Schaudinn gelang es, im frischen Gewebssaft einer exzidierten breiten Papel eine Protozoe zur Gattung der Spirochäten gehörig nachzuweisen,

welche deutliche Unterschiede gegenüber den auf der Schleimhaut des Mundes und der Genitalien häufig zu beobachtenden Spirochäten aufwies. Durch diesen Befund zu weiteren Untersuchungen veranlaßt, gelang es ihm dann, diese Spirochätenform in den tieferen Schichten von Primäraffekten, in dem durch Aspiration gewonnenen Organschaft indolenter Leistendrüsen, sowie in dem durch Punktion erhaltenen Milzblute einer frisch infizierten syphilitischen Person am Tage vor dem Ausbruch einer Roseola ebenfalls nachzuweisen. Er beschreibt sie als ein äußerst zartes, im Leben sehr schwach lichtbrechendes, lebhaft bewegliches und deshalb nur schwer wahrnehmbares, spiralig gewundenes, langes, fadenförmiges, an den Enden zugespitztes Gebilde. Die Länge schwankt zwischen 4—14 μ. Die Breite ist fast unmeßbar dünn und überschreitet bei den dicksten Exemplaren kaum $^1/_4$ μ. Die Zahl der Windungen wechselt zwischen 6—26, meist 10—20 Windungen, doch kommen auch Spirochäten mit nur 3—6 Windungen vor. Diese sind sehr eng und steil, korkzieherartig, so daß die Spirochäte ein gedrechseltes Aussehen bekommt. Im hängenden Tropfen beobachtet, zeigt sie sich sehr lebhaft beweglich, eine deutlich undulierende Membran und die für die Gattung Spirochäte charakteristischen drei Arten von Bewegung: „Rotation um die Längsachse, Vor- und Rückwärtsgleiten sowie Beugebewegungen des ganzen Körpers," wodurch sie sich von den Spirillen mit ihrer starren Längsachse unterscheidet. Schaudinn und Hoffmann gaben dieser Spirochäte den Namen *Spirochäte pallida* im Gegensatze zu den auf der Oberfläche der Genitalien und in den oberflächlichen Gewebsschichten bei Genitalläsionen vorkommenden und wahrscheinlich identisch mit den bereits früher von Berdal, Bataille, Czillag und Rona bei Balanoposthitis erosiva circinata, spitzen Kondylomen und anderen Genitalaffektionen beschriebenen Spirochäten, welche sie als *Spirochäte refringens* bezeichnen. Letztere ist viel gröber im Aussehen und stärker lichtbrechend. Auch ist die Zahl ihrer Windungen, welche weiter, flacher und mehr wellenartig erscheinen, geringer. Aber abgesehen davon, daß die Spirochäte pallida durch ihre äußerste Zartheit, geringes Lichtbrechungsvermögen und die große Zahl der ganz engen steilen Windungen von allen übrigen Spirochätenformen sich mit Sicherheit unterscheiden

läßt, zeichnet sie sich auch noch durch ihr tinktorielles Verhalten ans, nämlich durch ihre ganz geringe Färbbarkeit mit all den Farbstoffen, welche sonst mit gutem Erfolg bei der Färbung der Mikroorganismen Verwendung finden. Am besten bewährte sich Schaudinn und Hoffmann bisher immer noch die Giemsasche Färbung mit Azur-Eosingemisch, wobei sich die pallida zart rot, die refringens stark blau färbt.

Zur Darstellung der lokomotorischen Organe der Spirochäten eignet sich sehr gut die Löfflersche Bakteriengeißelfärbung. Durch Anwendung derselben konnte Schaudinn bei der Sp. refringens deutlich die undulierende Membran im gefärbten Präparate sichtbar machen, was ihm bei der pallida bisher nicht gelang. Dagegen konnte er bei dieser im Gegensatz zu den übrigen Spirochäten an jedem Ende der Spirale eine lange zarte Geißel konstatieren, die etwa die Länge von 4—6 Windungen des eigentlichen Protozoenkörpers besitzt. Öfters beobachtete er auch Formen der pallida mit 2 Geißeln an einem Ende. Meist handelte es sich dabei um kürzere Spirochäten, und ist es nach des Autors Ansicht nicht unwahrscheinlich, daß durch diese Verdoppelung der Geißeln der Vorgang einer Längsteilung eingeleitet wird. Wegen der vielen Abweichungen der pallida vom Typus der anderen Spirochäten hat Vuillemin, um ihr eine isolierte Stellung einzuräumen, den auch von Schaudinn akzeptierten Vorschlag gemacht, für sie den Gattungsnamen *Spironema* einzuführen. Herxheimer, welcher zu ihrer Färbung heißgesättigte Gentianaviolettlösung benützte, konnte mittels dieser Methode die Spirochäte gut darstellen und außerdem noch die Wahrnehmung machen, daß sich sowohl innerhalb des Protozoenleibes als auch demselben angelagert ovale und runde Körperchen finden, welche er als kernartige Gebilde, möglicherweise als Teilungsbilder auffaßt. Jedoch dürften seine bisherigen Untersuchungen noch nicht ausreichen, um daraus einen sicheren Schluß zu ziehen.

Wenn auch der Nachweis der Spirochäte pallida, wie von den Entdeckern selbst zugegeben wurde, ziemlich schwierig ist und es zum Auffinden derselben neben intensiver Lichtquelle und sehr starker Vergrößerung (am besten Zeiß Apochromat. und Komp. Okular 8) sehr großer Übung bedarf, so wurden doch sehr bald nach den ersten Veröffentlichungen der beiden

Autoren von anderer Seite ihre Befunde bestätigt und anerkannt. Ja, schon kurze Zeit darauf gelang es Buschke und Fischer, in einem Falle von hereditärer Lues die Spirochäten im Milz- und Lebersaft in zahlreicher Anordnung zu finden. Seitdem sind nun in rascher Aufeinanderfolge weit über 100 Veröffentlichungen in- und ausländischer Autoren erschienen, welche sich mit dem Nachweis der Spirochäte pallida in syphilitischen Produkten beschäftigt haben und fast durchwegs ihre Ansicht dahin äußerten, daß diesem Protozoon eine ätiologische Beziehung zur Syphilis mit großer Wahrscheinlichkeit zugestanden werden müsse. Freilich erhob sich auch Widerspruch gegen diese Ansicht. So berichtet Scholtz, der übrigens das häufige Vorkommen der Sp. pallida in syphilitischen Produkten zugibt, daß er in einem Falle von spitzen Kondylomen typische Formen derselben habe nachweisen können. Auch Kyolemenoglou und v. Cube fanden dieselbe angeblich bei spitzen Kondylomen, Balanitis, skrophulodermatischen Abszessen und bei einem jauchigen Karzinom. Schaudinn und Hoffmann konnten jedoch in den ihnen zur Verfügung gestellten Präparaten typische Formen der pallida nicht nachweisen, dagegen zahlreiche Spirochäten vom Typus der refringens, die zwar sehr zarte Gestalt aufwiesen, aber doch durch ihre Blaufärbung, die abgerundeten Enden sowie die geringe Zahl und Art ihrer Windungen sich deutlich von ersterer unterschieden. Natürlich ist zu berücksichtigen, daß bei der Zartheit dieser Gebilde es Fälle geben kann, in denen eine genaue Differenzierung sehr schwer, ja vielleicht überhaupt nicht möglich ist. So hat Hoffmann in einer besonderen Arbeit darauf hingewiesen, daß öfters auf der Oberfläche ulzerierter Hautkarzinome Spirochäten vorkommen, die selbst einem geübten Auge die Unterscheidung manchmal sehr erschweren. Ein sicherer Nachweis aber, daß die Spirochäte pallida auch in nicht syphilitischen Produkten vorkomme, konnte bis jetzt noch nicht erbracht werden, und sind die eben erwähnten entgegengesetzten Ansichten ganz vereinzelt geblieben. Dagegen vermehrt sich von Monat zu Monat die Zahl derer, welche die Befunde Schaudinns und Hoffmanns bestätigen.

Was nun den bisher erbrachten Nachweis der Sp. pallida in syphilitischen Prozessen anlangt, so ist es bei der großen Zahl

der Publikationen ganz unmöglich, näher auf die Details derselben einzugehen. Da die Resultate aber fast durchwegs übereinstimmend lauten, so lassen sich die Ergebnisse ziemlich kurz in folgendem zusammenfassen:

Die Spirochäte pallida konnte bei akquirierter frischer Lues in Primäraffekten, breiten Kondylomen und Schleimhautpapeln fast konstant gefunden werden. Es gelang ihr Nachweis häufig in makulösen, papulösen, pustulösen und krustösen Hautsyphiliden, bei Psoriasis palmaris, im Organsaft indolenter Lymphdrüsen und einige Male auch nach der Methode von Nöggerath und Staehaelin im kreisenden Blut.

Bei hereditärer Lues war das Vorkommen weniger konstant. Es wurden zwar von mehreren Seiten zahlreiche positive Untersuchungsergebnisse konstatiert, diesen stehen aber wieder Mitteilungen entgegen, nach denen es in verschiedenen Fällen trotz eifrigsten Suchens in den in Betracht kommenden Geweben nicht glückte, auch nur ein einziges Exemplar des Protozoons aufzufinden. Nachdem es nun aber vor kurzem Bertarelli, Volpino und Levaditti gelungen ist, die Spirochäte im gefärbten Schnittpräparat zur Darstellung zu bringen, hat die Untersuchung kongenital luetischen Gewebes erhöhtes Interesse gewonnen, und läßt sich erwarten, daß infolgedessen in Zukunft der Nachweis vielleicht häufiger gelingen wird. Bisher konnte derselbe erbracht werden in den Ausstrichen von Gewebssaft der Milz, Leber, Nebennieren, Nieren und Lunge, in dem Inhalt von Pemphigusblasen sowie im Blute. Babes und Panea gelang es sogar, vereinzelte Exemplare der Spirochäte im Konjunktivalsekret sowie in der Arachnoidealflüssigkeit zu finden.

Im tertiären Stadium der Lues ist bis jetzt ein einwandsfreier positiver Befund noch nicht geglückt.

Nachdem es, wie wir gesehen haben, gelungen ist, Syphilis auf Affen zu übertragen, so mußte sich natürlich die Spirochäte pallida, soll ihr eine ätiologische Beziehung zur Lues zugesprochen werden können, in den syphilitischen Krankheitserscheinungen dieser Tiere finden. Diese Annahme erfuhr denn auch bald durch Metschnikoff, Roux, Kraus, Hoffmann und Flügel Bestätigung, welche ihr Vorhandensein in den Primäraffekten der geimpften Tiere feststellen konnten. Ebenso hat Neißer in Batavia diesbezügliche Untersuchungen ange-

stellt, aber nur in 4 von 12 Fällen positive Befunde verzeichnen können. In den inneren Organen von 8 syphilitisch infizierten Affen ließ sich die Spirochäte pallida niemals nachweisen, obwohl Gewebe dieser Organe wieder auf andere Affen mit positivem Erfolg überimpft werden konnte. Jedoch sei hinzugefügt, daß nicht allzuviel Zeit auf diese Untersuchungen verwendet wurde. Neißer hebt aber noch besonders hervor, daß sich auch in den Tropen in syphilitischen Produkten fast nur die Spirochäte pallida nachweisen ließ, was um so bemerkenswerter erscheinen dürfte, als in Java bei sonstigen Haut- und Schleimhautsekreten sich massenhaft die verschiedensten Spirillen- und Spirochätenformen finden. Diese Tatsache spricht sehr gegen die von einigen Seiten, besonders von Thesing vertretene Ansicht, daß die Sp. pallida nur als Saprophyt anzusehen sei.

Fassen wir nun das Ergebnis der vorliegenden Betrachtungen zusammen, so darf wohl mit Sicherheit behauptet werden, daß von allen bisher mit der Syphilis in ätiologischen Zusammenhang gebrachten Mikroorganismen die Spirochäte pallida der einzige ist, welcher einer strengen Kritik standhalten konnte. Freilich können wir von der Spirochäte pallida als dem Erreger der Syphilis erst dann sprechen, wenn alle Bedingungen erfüllt sind, die Koch an einen Mikroorganismus stellt, um ihn als Infektionserreger bezeichnen zu können. Hierzu gehört aber vor allem dessen Züchtung in Reinkultur und seine Überimpfungsfähigkeit. Bis jetzt sind aber sämtliche Anreicherungsverfahren sowie Versuche, die pallida in Reinkulturen zu züchten, ergebnislos gewesen. Klingmüller und Baermann haben durch experimentelle Versuche an ihrer Person und an Affen nachgewiesen, daß durch Berkefeldfilter passiertes Syphilisvirus nicht infektiös ist. Also muß wohl ein Mikroorganismus bei der Syphilis als infektiöser Faktor angenommen werden.

Nachdem nun bei den an frischer Syphilis erkrankten Personen die Spirochäte pallida mit einer fast an Regelmäßigkeit grenzenden Häufigkeit gefunden wurde, ihr Nachweis bei anderen Krankheitsprozessen und gesunden Menschen aber bisher nicht erbracht werden konnte, muß dieses Protozoon in engste Beziehung zur Syphilis gebracht, ja darf sogar mit hohem Grade von Wahrscheinlichkeit als deren Erreger angesehen werden.

Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Erlangen mit Bezug auf die städtische Wasserversorgung.

Von Hans Lenk.

Auf kaum einem anderen Gebiete tritt die Geologie in so enge Beziehungen zu den allgemeinen Lebensbedürfnissen des Menschen als auf dem Gebiete der Wasserversorgung der bürgerlichen Gemeinwesen. Die nachfolgenden Zeilen sollen diesen Zusammenhang in Bezug auf die Umgebung der Stadt Erlangen erläutern, welche erst vor kurzem das Problem einer Vermehrung der Wasserbeschaffung lösen mußte, bei welcher Gelegenheit alle einschlägigen Gesichtspunkte einer genauen und gründlichen Prüfung unterzogen worden sind.

Erlangen liegt an der Einmündung der Schwabach in die Regnitz, noch im Bereich der Keuperformation und zwar hart an deren östlicher Oberflächengrenze, wo die sandigen und tonigen Schichten des Keupers unter den kalkig mergeligen des Jura verschwinden. Darauf beruht der landschaftliche Gegensatz zwischen den beiden Seiten des Regnitztales, der gerade bei Erlangen auffallend in Erscheinung tritt: auf der Westseite das flachwellige Terrain, welches zur Frankenhöhe hinleitet, aus schwach nach Nordosten geneigten Schichten des oberen Keupers, dem mit Lettenlagen durchsetzten Blasen- und dem Burgsandstein, die gewöhnlich als Stufe des Semionotussandsteins zusammengefaßt werden, bestehend; auf der Ostseite, nördlich vom Schwabachtal in verhältnismäßig steiler Erhebung der teilweise plateauartig gestaltete Rücken des Rathsberges (393 m) mit der Vorstufe des Burgberges (330 m), der, obwohl seiner Masse nach im wesentlichen aus den Stufen des obersten Keupers, dem sogen. Zanklodonletten und dem Rhätsandstein aufgebaut,

noch eine, infolge der Schichtenneigung ostwärts immer mächtiger werdende Decke von den untersten Abteilungen des Jura, nämlich dem Lias trägt und daher als ein weit vorgeschobener Ausläufer, oder richtiger gesagt, Denudationsrest des Tafeljura bezeichnet werden kann. Erst östlich von dem flachen Sattel zwischen Neunkirchen und Effeltrich tritt der Tafeljura in seiner ganzen, auch Dogger und Malm umfassenden Entwickelung an dem 550 m hohen Leyerberg auf, der seinerseits noch durch den hier NNW.-SSO. gerichteten Oberlauf der Schwabach von der kompakten, bei Gräfenberg beginnenden Juramasse der fränkischen Alp abgetrennt ist.

Südlich vom Schwabachtal bildet einen analogen Vorberg des Jura der Eschenau-Kalchreuther Höhenzug, ähnlich wie der Rathsberg, nur mit Ablagerungen des Lias, jedoch in bedeutenderer Mächtigkeit bedeckt und nicht so weit nach Westen vorspringend wie jener. Infolge des Zurückbleibens der südlichen Höhenbegrenzung erscheint Erlangen in einer breiten, vom Rathsberg im Norden malerisch abgeschlossenen Talweitung gelegen, deren Bildung bezw. Ausfüllung durch weit ausgedehnte und mächtige Sandmassen infolge zeitweisen Aufstaus der Regnitz- und Schwabachgewässer in der Diluvialzeit bedingt war.

Diese quartären, gelegentlich auch etwas tonigen Sandablagerungen erfüllen das Schwabachtal von seiner Biegung bei Forth an in einer nach Westen immer zunehmenden Breite und Mächtigkeit. Brunnenbohrungen im Bereich der Stadt Erlangen haben ergeben, daß sie nicht nur das in den Blasensandstein eingeschnittene, etwa unter dem heutigem Schloßgarten verlaufende Erosionsbett der Schwabach vollständig ausgefüllt, sondern auch deren Lauf nordwärts an den Fuß des Burgbergs gedrängt haben. Gleichwie im benachbarten Regnitztale, wo diese Diluvialgebilde zuerst durch Blanckenhorn[1]) ein eingehendes Studium erfahren haben und namentlich am linken Regnitzufer dem Keuperterrain als ein ziemlich gleichmäßiger Streifen von etwa 500—800 m Breite und bis zur Maximalhöhe von 18 m über dem Regnitzspiegel vorgelagert sind, zeigen sie auch im Schwabachtale eine ausgezeichnete Terrassierung, welche

[1]) Das Diluvium der Umgegend von Erlangen. Sitzber. d. phys.-med. Soc. in Erlangen 1895.

die Möglichkeit gewährt, die Epochen ihrer Bildung in verschiedene Akkumulations- und Erosionsperioden zu gliedern.

Als jüngste Bildungen erscheinen die im rezenten Inundationsgebiet der Schwabach und Regnitz abgelagerten alluvialen Sedimente, die im allgemeinen im Gegensatz zu jenen des Diluviums einen mehr tonigen Charakter zeigen. Auch in der Vegetation tritt dieser Gegensatz im petrographischen Charakter zwischen dem Alt- und dem Jungquartär deutlich hervor: die sandigen Diluvialterrassen sind steril und tragen nur dort, wo anspruchslose Föhren Fuß gefaßt haben, eine dünne Humusdecke, während die tiefer gelegene Alluvialebene, für deren reichliche Bewässerung überdies durch eine große Anzahl von Wasserrädern gesorgt ist, den größten Teil des Jahres hindurch in üppigem Wiesengrün prangt.

Innerhalb der am geologischen Aufbau der Erlanger Umgebung beteiligten Formationen gibt es nun eine Reihe von Wasserhorizonten, welche z. T. als Quellen in Erscheinung treten, z. T. als Grundwasserströme nachweisbar sind. Mit dem oberen Jura beginnend ist zunächst die Grenzregion zwischen dem untersten Malm und dem obersten Dogger, die Zone des Ornatentons (genannt nach den in diesen Schichten lokal überaus häufigen Individuen und Arten der sog. „Ornaten"-Ammoniten) ein Sammelgebiet, in welchem die durch die zerklüfteten Kalksteine des Malm hinabsinkenden Niederschlagswasser durch undurchlässige Tone im allgemeinen am weiteren Versinken in die Tiefe gehindert werden. Beim Ausbiß dieser Tone treten hier je nach der Schichtenneigung Quellen zutage, die für die Wasserversorgung mancher Juraorte von großer Bedeutung sind; in unserem Gebiete kommt dieser Horizont dafür aber kaum in Betracht, denn mit Ausnahme einiger Quellen bei Pommer am NO.-Rand des Leyerbergplateaus sind hier solche Wasserkonzentrationen bei dem relativ kleinen Einzugsgebiet und der höchst gleichmäßigen Schichtenlagerung äußerst spärlich, und die Wasserführung verrät sich meist nur durch eine stärkere Bodenfeuchtigkeit und die dadurch bedingte üppige Gras- und Kräutervegetation.

Von wesentlich höherer Bedeutung und etwas reichlicherer Wasserführung ist im unteren Dogger die Grenze zwischen dem Opalinuston (nach Harpoceras opalinum *Rein.*) und den darüber-

liegenden dickbankigen, aber klüftigen und infolgedessen auch stark durchlässigen Sandsteinen, der Harpoceras Murchisonae-Zone, dem sog. Eisensandstein, auch Personatensandstein (nach dem häufigen kleinen Pecten personatus *Zieten* = P. pumilus *Lam.*), der am Leyerberg eine Gesamtmächtigkeit von 60—70 m erreicht, und dessen Oberfläche mit Vorliebe zur Anlage von Kirschenplantagen benützt wird. Am Ostgehänge des Leyerbergs entspringen dieser Region die eigentlichen Quellen der Schwabach beim Bremenhof nördlich von Pommer, und ferner jene von Rödles, am Südabhang die von Oberlindelbach und Großenbuch, auf der Westseite die oberhalb Baad, sowie verschiedene Wasseradern bei Hetzlas, die sich zum Schlierbach vereinigen; auch am Nordabhang, bei Ermreut und Weingarts wären einige hierher gehörige Quellpunkte zu erwähnen. Mit Ausnahme der letzteren eilen die sämtlich hier dem Dogger entstammenden Quellwasser der Schwabach zu; auch von dem südlich gelegenen, mit Lias bedeckten Kalchreuther Höhenzug nehmen 4—5 kleine Quellbäche ihren Weg dahin. Indessen bewirken alle diese Zuflüsse keine entsprechende Vermehrung der Wassermenge dieses Flüßchens; denn abgesehen von Hochwasserzeiten, erreichen ihre Gewässer die Schwabach nur z. T. im oberflächlichen Lauf; nicht unbeträchtliche Mengen verschwinden beim Eintritt in die quartäre Talausfüllung und dienen auf solche Weise lediglich zur Verstärkung des die Schwabach westwärts zur Regnitz begleitenden Grundwasserstroms.

Da die der Hauptsache nach stark tonigen Schichten des Lias in unserem Gebiet bei ihrer geringen Mächtigkeit für die Wasserökonomie keine Rolle spielen, so kommt als nächst tieferer Wasserhorizont die zweithöchste Stufe des oberen Keupers, der sog. Zanklodonletten (nach den in Schwaben entdeckten Resten eines Dinosauriers, Zanklodon laeve *Plien.*) in Betracht, welcher den obersten sog. Rhätsandstein von dem bereits erwähnten Burgsandstein trennt. Am deutlichsten fällt die Abhängigkeit der Wasserführung von der geologischen Tektonik am Rathsberg nördlich von Erlangen ins Auge, der, abgesehen von der nicht sehr mächtigen Liasdecke, aus diesen drei obersten Stufen der Keuperformation aufgebaut ist. Auf dem Zanklodonletten sammeln sich die den darüber lagernden Rhätsand-

stein durchsickernden Wasser und treten bei der allgemein flach nordöstlichen Schichtenneigung vorzugsweise an dem Nordabhang des Rathsberges wieder zutage, wo auch die reichlichere Vegetation, insbesondere das prächtige Gedeihen der auf der Südseite kaum aufkommenden Fichten (z. B. in der sog. „Wildnis") schon dem Laienauge die ansehnlichere Feuchtigkeit verrät. Nach Süden, nach der Schwabach hin nehmen lediglich der Ebersbach und der Rosenbach, ferner der Tennenbach und eine kleine Wasserader bei Sieglitzhof ihren Weg. Die beiden letztgenannten versiegen bei einigermaßen trockenem Wetter und bilden streng genommen lediglich Abflüsse der auf einer breiten Terrasse von Zanklodonletten sich sammelnden Niederschläge, die beiden ersteren haben ihre Erosionstälchen bereits weit nach Norden vorgeschoben; damit ist ihre Quellregion in den Bereich der nordöstlichen Schichtenneigung gelangt und setzt sie in den Stand, bei normalen Witterungsverhältnissen zusammen etwa das Quantum von 15 Sekundenlitern südwärts zu entführen. Auf dem Nordabhang des Rathsberges hingegen finden sich zahlreiche Quellpunkte vom Rathsberger Gutshof an bis gegen das Dorf Ebersbach hin, das ungefähr auf der Wasserscheide zwischen dem eben erwähnten Ebersbach- und dem nordwestlich gegen Langensendelbach verlaufenden Putzbrunnen- (oder auch Ellenbach-)tälchen liegt.

Freilich entspricht der Wasserreichtum der hier austretenden Quellen[1]), die zur notdürftigen Wasserversorgung der dortigen Siedelungen und Speisung mehrerer Weiher gerade ausreichen, nicht der Größe des Einzugsgebiets, sofern man als solches die Gesamtoberfläche des Rathsberges oberhalb der Zanklodonlettenzone östlich bis Ebersbach annimmt. Von der in Rechnung zu setzenden Fläche zu circa 7,8 km² sind etwa 2,5 km² in Abzug zu bringen; diese 2,5 km² werden nämlich von dem fast undurchlässigen mergelig-tonigen Schichten des mittleren Lias gebildet, auf denen das auffallende atmosphärische Wasser zum kleineren Teil zeitweise festgehalten wird und allmählich der

[1]) Genau gemessen bis jetzt nur die Quellen unterhalb Rathsberg und westlich unterhalb von Atzelsberg. Nach gütiger Mitteilung des k. b. Wasserversorgungsbureaus in München schüttet die erstere, z. Zt. für Bubenreuth nutzbar gemachte 0,51 Sekundenliter, die bei Atzelsberg etwa 1,1 Sekundenliter.

Verdunstung anheimfällt, zum größeren aber rasch abfließt, ohne tiefer in die Oberflächenschicht einzudringen oder dieselbe gar zu durchsinken. Auch die, jene höchstens 15 m mächtigen Lagen des mittleren Lias unterteufenden, an sich etwas durchlässigeren Schichten des unteren Lias sind großenteils impermeabler geworden durch die von oben aufgeschwemmten Mergeltone, so daß es also geboten erscheint, für die Berechnung des wirklichen Einzugsgebietes lediglich die mehr oder minder schmale Zone des Rhätsandsteins einzusetzen, bei welcher nun durch Steilwandbildungen und starke Zerklüftung im Ausgehenden die Aufnahmefähigkeit lokal weiterhin ungünstig beeinflußt, bezw. beschränkt ist. Legt man hiernach eine Einzugsfläche von 5,3 km² und eine mittlere Niederschlagsmenge von nur 600 mm (statt der für Erlangen gewöhnlich angegebenen von 660 mm) zugrunde, so ergeben sich für die Dauer eines Jahres als Gesamtbetrag für die hierauf entfallenden Niederschläge 3180 Millionen Liter. Nimmt man nun, wie es üblich ist, an, daß hiervon nur der dritte Teil, also 1060 Millionen Liter wieder als Quellwasser zum Vorschein kommen, während die beiden anderen Dritteile verdunsten und oberflächlich rasch abfließen, so erhält man für das dem Rathsberg wieder entströmende Wasserquantum 33,6 Sekundenliter, ein Betrag, der infolge der oben erwähnten eigenartigen Verhältnisse der Rhätsandsteinzone noch einer weiteren Reduktion bedarf. Tatsächlich führt die Schätzung der am Nord-, Ost- und Südgehänge des Rathsbergs — (die schmale W.-Seite kommt hierbei gar nicht in Betracht) — austretenden Wassermengen kaum auf mehr als 25 (10 + 15) Liter pro Sekunde. Angesichts der Verteilung auf eine Strecke von etwa 20 km kann von einer vorteilhaften Nutzbarmachung dieses Wasservorrats für eine allgemeine Wasserversorgung nicht wohl die Rede sein.

Im Süden von Erlangen senkt sich der Kalchreuther Höhenzug westwärts ziemlich plötzlich zu einer breiten Zone, ebenfalls aus Bildungen des oberen Keupers bestehend, von denen indessen nur ein kleiner Teil auf Rhätsandstein und Zanklodonletten entfällt, während der größte Teil dieser, dem ausgedehnten Nürnberger Reichswald (Sebalderwald) angehörigen Fläche aus den lettendurchsetzten Gesteinen der Burg- und Blasensandsteinstufe gebildet wird. Die tiefgründige Verwitterung hat hier

ein aus lockeren Sanden bestehendes „Eluvium“ geschaffen, dessen Unterscheidung von den mehrerwähnten, meist fluviatilen Diluvialsanden, die sich gegen das Regnitztal hin in anfänglich dünner, dann in immer mächtiger werdender Schicht auflagern, oft gewisse Schwierigkeit macht. Sporadisch treten hier kleine Wasserläufe auf; bei dem mangelnden Gefäll und der durch Dünenbildungen sekundär umgestalteten Oberfläche versiegen sie z. T., z. T. geben sie, an Stellen mit lettenreichem Grund stagnierend, zu lokalen Torfbildungen Anlaß, als deren gemeinschaftlicher Abfluß der sog. Rödelheimgraben zu betrachten ist, der südlich von Erlangen direkt der Regnitz zuströmt.

Neben diesen, dem Bereich der Jura- und Keuperformation angehörenden Wasserhorizonten sind nun noch die Grundwasserhorizonte i. e. S. zu erwähnen, welche im allgemeinen auf der Grenze zwischen dem Keupergrundgebirge und dem darauf sich ausbreitenden Diluvium liegen. Für Erlangen kommen drei solcher Grundwasserströme in Betracht, nämlich

1. der Grundwasserstrom im Tale der Schwabach,
2. jener im Tale der Regnitz,
3. der von Westen aus der Keuperlandschaft gegen das Regnitztal, speziell im sog. Seebachtale sich bewegende Grundwasserstrom.

Im Schwabachtale treten zuerst diluviale Ablagerungen nördlich von dem Knie bei Forth auf; bezeichnet man die Flußstrecke von hier etwa bis Dormitz als den Mittellauf des Flüßchens, so bilden für diesen im wesentlichen die Schichten des obersten Keupers, vor allem der impermeable Zanklodonletten den Grund der eigentlichen Talfurche. Es ist deshalb anzunehmen, daß in diesem Talabschnitt weder von dem oberflächlich dahinfließenden Schwabachwasser, noch von dem in der Diluvialausfüllung vorhandenen Grundwasser bedeutendere Mengen zu Verlust gehen. Die Sache ändert sich aber im Unterlauf, insofern als etwa bei Dormitz das Schwabachtal in den Bereich der tieferen Keuperstufen, nämlich in die Region des Burgsandsteins eintritt, in dessen durchlässigen Schichten wohl erhebliche Mengen des Oberflächen- und des Grundwassers versinken. Diesen Verlust vermögen die, wenn auch zahlreich vorhandenen, aber nur wenig mächtigen und sich häufig auskeilenden Zwischenlagerungen von bunten Letten nicht zu ver-

hindern. Daher kommt es, daß im Bereich der Stadt Erlangen nicht nur die Schwabach kurz vor ihrer Mündung keineswegs die Wassermenge führt, welche der Ausdehnung ihres rund 200 km² Fläche besitzenden Einzugsgebietes entspricht, sondern daß auch die früher in der Stadt Erlangen erschürften Grundwassermengen hinter den zu erwartenden Quantitäten bedeutend zurückbleiben.

Im allgemeinen bildet nach Geigenbergers[1]) Angaben eine 0,5—1,0 m mächtige Lettenlage im Untergrund der Stadt Erlangen die Grenze zwischen Keuper und Diluvialsand. Diese für die Verteilung und Bewegung des Grundwassers wichtige Grenzschicht ist nur unterbrochen unter dem heutigen Schloßgarten (vgl. Profil II nach Geigenberger), d. h. dort, wo die Diluvialbedeckung mit über 30 m eine abnorm große Mächtigkeit erreicht und damit eine vordiluviale, im anstehenden Keuper erodierte Talfurche verrät. Innerhalb der Diluvialsande ist der Grundwasserspiegel in sehr verschiedenen Tiefen angetroffen worden, zwischen 2 und 10 m unter Terrain, was, abgesehen von den geringfügigen Niveaudifferenzen der Oberfläche, durch die lokal stärkere Durchsetzung der Sande mit lettigen Massen bewirkt sein mag.

Nach Schnitzer[2]) zeigte auch die Natur des Wassers von 47 öffentlichen und 34 Privatbrunnen, welche in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts in Erlangen in Benützung waren, sehr beträchtliche Verschiedenheiten, in dem die Rückstandmengen zwischen 0,1388 bis 2,2080 g im Liter und die Härten zwischen 3,9 und 15,4 Graden (= CaO in 100000 T.) schwankten. Wie sehr diese Werte von lokalen Ursachen abhängig sind, geht sowohl aus den Differenzen bei den einzelnen Brunnen hervor als auch aus dem Umstand, daß nach der späteren Einführung der Kanalisation (Anfang der 80er Jahre) eine deutliche Ab-

---

[1]) Zur Geognosie, Agronomie und Hydrographie des Ober- und Untergrundes der Stadt Erlangen und ihrer nächsten Umgegend. Inaug.-Diss. Erlangen 1895.

[2]) Zur Hydrographie der Stadt Erlangen. Inaug.-Diss. Erlangen 1872. In dieser wie auch in einer späteren Arbeit von J. Crone, Die Trinkwasserverhältnisse der Stadt Erlangen. Inaug.-Diss. Erlangen 1890, findet man detaillierte Mitteilungen über die zahlreichen von Hilger und seinen Schülern ausgeführten Analysen des Erlanger Grundwassers.

nahme namentlich der organischen Verunreinigungen sich bemerkbar machte.

Neben diesen, meist nur im Diluvium stehenden Brunnen gaben noch vier artesische Brunnen über die Untergrundverhältnisse im Stadtgebiete Aufschluß. In dem tiefsten derselben, der am Bohlenplatze 1865—69 gebohrt worden ist, hat man 209,65 m Tiefe erreicht und dabei 11 Wasserhorizonte mit gesamt 70 Minutenlitern (= 1,16 Sekundenlitern) Wasser erschlossen, das allerdings wegen seiner Beschaffenheit (3,06 g Rückstand im Liter) für den Genuß unbrauchbar war und nur für Kanalreinigungszwecke benützt wurde. In den übrigen ebenfalls in den Keuper hinabreichenden Brunnenbohrungen sind am Schloßplatz bis zu einer Tiefe von 56,50 m vier, in der Kreisirrenanstalt bis 44,07 m sechs und bei den Werkern bis 29,93 m ein Wasserhorizont angefahren worden. Bemerkenswert ist, daß mit der Tiefe der Brunnen auch die Rückstandsmenge wächst, denn bei dem Wasser des seichtesten Brunnens beträgt sie nur 0,1280 g im Liter. Die Zusammensetzung der aus der Keuperformation stammenden Wässer zeigt sich ebenso wie anderwärts also auch hier als wenig günstig.

Mit der Ausführung der städtischen Kanalisation zu Beginn der 80er Jahre machte sich in Erlangen auch das Bedürfnis nach einer allgemeinen Wasserversorgung immer dringender fühlbar. Schon im Frühjahr 1883 wurde eine solche eingerichtet, indem man auf dem Theaterplatz zwei Brunnen auf 15 bezw. 18 m abteufte, aus denen mittels eines 2 H P-Gasmotors 3,33 Sekundenliter in drei Reservoire (auf dem Theater-, Leihhaus- und Rathausgebäude) mit zusammen 68 m³ Inhalt gepumpt wurden. Im Jahre 1885 wurde der 2 H P-Motor durch einen 6 H P-Motor ersetzt und die Förderung damit auf 10 Sekundenliter gesteigert.

Diese Anlage, welche mit dem daran hängenden Rohrstrang in erster Linie für Feuerlöschzwecke bestimmt war, erwies sich indessen nur für kurze Zeit als ausreichend. Bereits im Jahre 1889 tauchte die Wasserversorgungsfrage von neuem auf. Nachdem von einer stärkeren Inanspruchnahme des unter der Stadt liegenden Grundwassers mit Rücksicht auf dessen Quantität und Qualität abgesehen werden mußte, andererseits praktikable Quellen im Umkreis der Stadt nicht auffindbar waren, wurde

sie von dem neuen Gesichtspunkt aus behandelt, daß der Grundwasserstrom im Regnitztale ausgenützt werden müsse. Versuchsbohrungen, welche an der SW.-Ecke des Stadtgebietes unterhalb des Kanalhafens im Regnitzalluvium ausgeführt wurden, ergaben zwar anscheinend genügende Wassermengen, das Wasser erwies sich aber auch hier als verhältnismäßig eisenreich und für Genußzwecke nicht sonderlich geeignet. Es ist nicht zu bezweifeln, daß der die Regnitz begleitende, S.-N. verlaufende Grundwasserstrom diesen unwillkommenen Eisengehalt den zahlreichen kleinen Zuflüssen verdankt, welche von Osten her als Überlauf des in den eisenreichen Lettenlagen des Blasensandsteins stagnierenden Grundwassers ihm zueilen. Näheres über die Ergiebigkeit dieses offenbar sehr ansehnlichen Grundwasserstroms, der nach Geigenberger[1]), Hummel[2]), Hornung[3]) und Neumeister[4]) bei Bohrungen im Regnitzalluvium bei 1,20 bis 1,50 m Tiefe angetroffen wird, ist bis jetzt nicht bekannt.

Der unermüdlichen Tätigkeit des damaligen Bürgermeisters Dr. Schuh, welcher dieser wichtigen Angelegenheit seine größte Fürsorge widmete, war es zu verdanken, daß man kurz, nachdem man von der Ausführung des eben erwähnten, wenig empfehlenswerten Projektes abgekommen war, ein neues Wassergebiet auf dem linken Regnitzufer zwischen Alterlangen und Möhrendorf, 1 km nordwestlich von der Stadt kennen lernte, welches durch die sumpfige Beschaffenheit der z. T. im Regnitzalluvium gelegenen Felder im sog. Sack ganz gelegentlich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte.

Bei der Betrachtung des Regnitztales gelangt man zu folgenden Wahrnehmungen. Über die mit ertragsreichen Wiesen bedeckte, im heutigen Inundationsgebiet liegende Alluvialebene

---

[1]) l. c.

[2]) Geologisch-agronomische Studien im Bereich des westlichen Ufers der Regnitz bei Erlangen. Inaug.-Diss. Erlangen (Posen) 1897.

[3]) Die Diluvial- und Alluvialablagerung des Regnitztales nördlich von Erlangen. Inaug.-Diss. Erlangen 1899. Hornung hat nördlich von Erlangen den Grundwasserspiegel an manchen Stellen in größeren Tiefen: 2,40 — 2,70 — 3,0 — 5,40 m angetroffen.

[4]) Die Alluvial- und Diluvialablagerungen des Regnitztals südlich von Erlangen. Inaug.-Diss. Erlangen (Bamberg) 1905.

erheben sich 4—7 m hoch beiderseits[1]), besonders deutlich aber auf der Westseite terrassenartig ziemlich steil gegen die Regnitz hin abfallende flache Ebenen, die nach rückwärts in das flachwellige Keuperterrain übergehen. Sie bestehen aus lockeren, ton- und humusarmen Sanden und repräsentieren die Ablagerungen des in der Diluvialzeit weit mächtigeren Regnitzstroms, der das in noch früheren Perioden in die Keuperformation eingeschnittene, etwa 2 km breite Flußbett großenteils wieder mit Abschwemmungsprodukten aus seinem Oberlaufe ausfüllte. Später von neuem einsetzende Erosion schuf in diesen Sandmassen das heutige Regnitzbett und nagt auch jetzt noch bei besonders starkem Hochwasser am Fuß der beiderseits aufsteigenden Terrassen, auf diese Weise deren steile Böschung konservierend.

Die erwähnten Diluvialablagerungen erfüllten naturgemäß auch die Seitentäler, soweit deren Sohlen bereits ebenso ausgetieft waren wie das prädiluviale Regnitzbett. In besonders ausgedehntem Maße ist dies im Seebachtale bei Großdechsendorf und weiter nördlich im Eggolsbachtale bei Hausen zu beobachten. Diese Täler kommen aus dem ungemein wasserreichen Burgsandsteingebiet, welches die Regnitz westlich von Erlangen an begleitet, und in welchem die Lettenzwischenlagen zahllose Wasseransammlungen bedingen, die zu einer intensiven Weiherwirtschaft Anlaß geben. Auch hier ist, abgesehen von den oberflächlichen Abflüssen der Hauptgrundwasserhorizont an die Grenze zwischen dem Keupergrundgebirge und dem überlagernden Quartär gebunden.

Durch das Seebachtal werden die waldbedeckte Mönau und die waldreiche Umgebung von Weißendorf entwässert, ein Einzugsgebiet, dessen Gesamtfläche mit 200 km² nicht überschätzt sein dürfte. Nach den Berechnungen des k. b. Wasserversorgungsbureaus ist bei der Annahme einer Niederschlagshöhe von 600 mm pro Jahr die Gesamtmenge der jährlich auf dieses Gebiet entfallenden Niederschläge auf 120 Millionen cbm zu veranschlagen, was etwa 4000 Litern pro Sekunde entsprechen würde. Von diesem Betrage sind wieder ansehnliche Mengen, vielleicht $^3/_4$ durch Verdunstung, oberflächlichen Abfluß oder durch bleibende

[1]) Am Fuße des steil aufsteigenden Burgbergs fehlt, wie das Profil I zeigt, diese Diluvialterrasse.

Einverleibung in den Boden (Hydratbildung) in Abzug zu bringen; gleichwohl wird man aber kaum sich allzuweit von der Wirklichkeit entfernen, wenn man annimmt, daß der Grundwasserstrom, der am Ausgang des Seebachtales nach den Beobachtungen des Herrn k. Oberingenieurs Hochеder mit einem Gefälle von 1 : 250 durch das Quartär hindurch zum Regnitzgrund hin sich senkt, eine Wassermenge von etwa 1 cbm = 1000 Litern pro Sekunde führt, die sich über eine Fläche von knapp 1 km Breite verteilen.

Auf die günstigen Resultate nicht nur in bezug auf die Quantität, sondern auch auf die Qualität des hier erschürften Wassers — die wiederholten Analysen ergaben stets eine vorzügliche Beschaffenheit desselben — gründete sich das vom k. b. Wasserversorgungsbureau in München ausgearbeitete und im November 1890 den städtischen Kollegien vorgelegte Projekt einer neuen allgemeinen Wasserversorgungsanlage, welche den Bedarf der Stadt nicht nur auf längere Zeit völlig befriedigen sollte, sondern noch den großen Vorzug hatte, jederzeit erweiterungsfähig zu sein. Mit einigen nebensächlichen Modifikationen wurde das Projekt genehmigt und die Anlage, welche einen Kostenaufwand von rund 450000 Mk. erfordert hatte, nach verhältnismäßig kurzer Bauzeit am 30. November 1891 dem Betrieb übergeben.

Am Ausgang des Seebachtales[1]), gerade gegenüber vom Burgberg, wurden ungefähr senkrecht zu der west-östlichen Richtung des Grundwasserstromes sechs Filterbrunnen von 12 bis 14 m Tiefe und 15 cm Lichtweite durch den Diluvialsand bis auf den Keupergrund getrieben, bei welchen der Grundwasserspiegel 5—6 m unter Terrain angetroffen wurde. In der dabei errichteten Pumpstation wurden mittels zweier doppeltwirkenden, durch zwei Dampfmaschinen von je 30 HP betriebenen Pumpen aus diesen Brunnen je 34 Sekundenliter gesogen und direkt in das etwa 20 km Länge und anfänglich 250 mm Licht-

[1]) Die Mündung des Seebachs selbst in die Regnitz liegt weiter nördlich beim Dorfe Kleinseebach. Die Diluvialsande der Regnitz haben sich vor das Ende des Seebachtales gelagert und dadurch den Seebach in nordöstlicher Richtung abgedrängt; erst nach einem der Regnitz parallelen Lauf von ca. 4 km Länge ist dem Seebach der Durchbruch durch diese Abdämmung gelungen.

weite besitzende städtische Rohrnetz gepreßt, während der Überschuß in den auf dem Burgberg (ca. 40 m über dem Erlanger Marktplatz) liegenden Hochbehälter gehoben wurde, dessen Inhalt mit ca. 700 cbm als Reserve diente.

Trotzdem diese Wasserversorgungsanlage so reichlich bemessen war, daß ein Tagesbedarf von 100 Liter pro Kopf befriedigt werden konnte, steigerte sich der Konsum doch bald so unverhältnismäßig stark, daß bereits im Jahre 1893 an eine Erweiterung gedacht werden mußte. Diese wurde auch nach dem Vorschlag des Ingenieurs Kullmann im Jahre 1894 mit einem Kostenaufwand von 66000 Mk. ausgeführt, durch Abteufung von drei neuen Filterbrunnen und Bau eines zweiten Hochreservoirs. In den Jahren 1897/98 war abermals eine Vermehrung der Leistungsfähigkeit nötig, welcher durch Anlage eines weiteren Filterbrunnens (Nr. X), Erweiterung von zwei älteren von 15 auf 30 cm Lichtweite und Aufstellung eines dritten Dampfkessels Rechnung getragen wurde.

Aber auch diese Verbesserungen halfen nur vorübergehend; im Sommer 1899 mußte die Leitung des städtischen Gas- und Wasserwerks von neuem auf die dringende Notwendigkeit einer baldigen und ausgiebigen Erhöhung der Wasserförderung hinweisen. Die Voruntersuchungen und Beratungen darüber zogen sich geraume Zeit hin. Nachdem das bereits früher erhaltene Resultat, daß östlich von der Regnitz die genügenden Wassermengen von einwandfreier Beschaffenheit nicht zu erlangen waren, abermals bestätigt worden war, entschied man sich nach dem Projekt des k. b. Wasserversorgungsbureaus zu einer umfassenden Erweiterung der bisherigen Anlage.

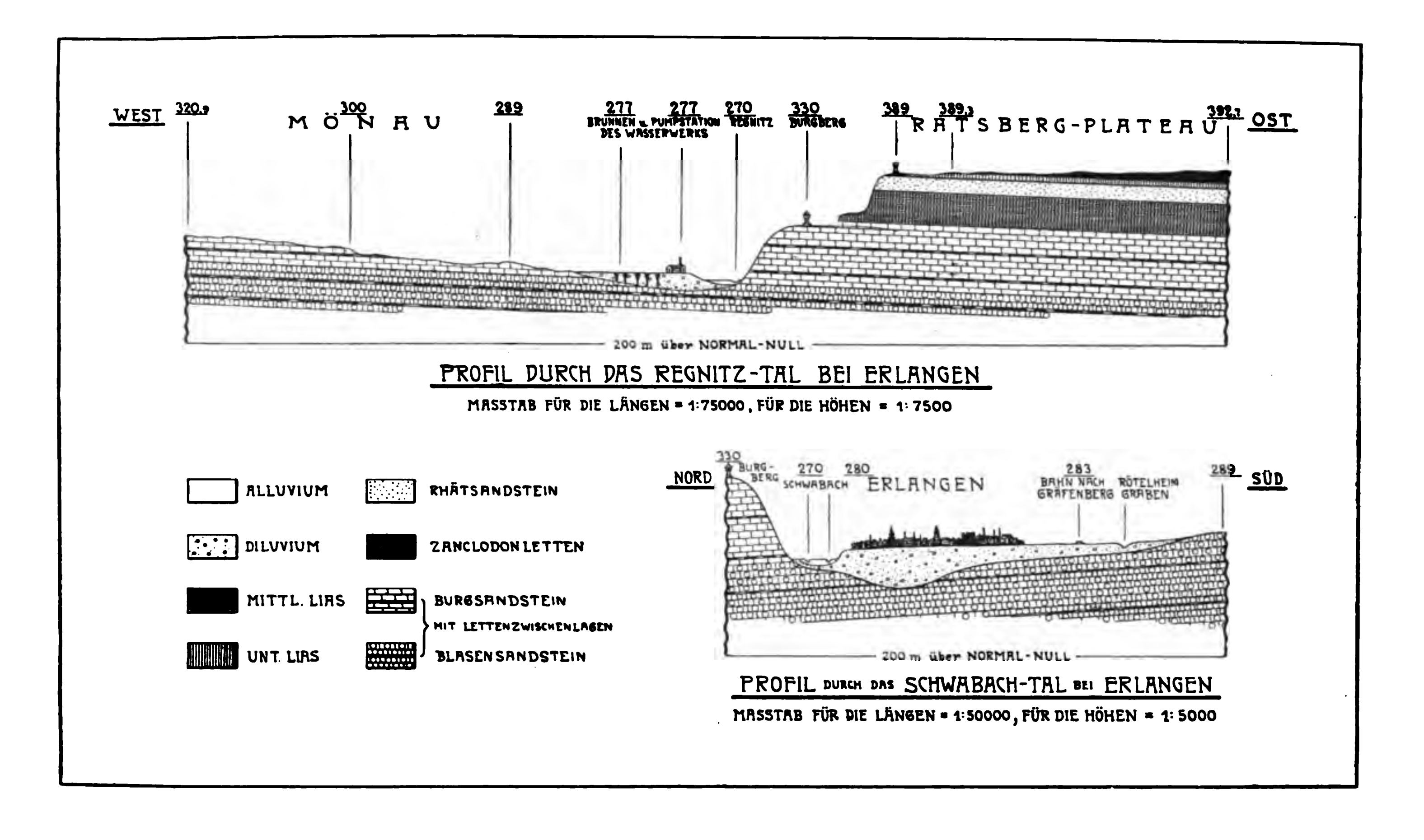
Diese machte vor allem eine Vermehrung der Filterbrunnen um weitere sechs nötig, sodaß im ganzen also nunmehr 16 solcher im Betrieb sind. Die verstärkten Pumpen machten die Aufstellung einer größeren Dampfmaschine von 170 HP nötig. Neben der alten 250 mm starken Hauptleitung zur Stadt wurde eine neue Leitung mit 350 mm Lichtweite gelegt; zwei neue Hochbehälter von je 800 cbm Fassungsvermögen erhöhen jetzt die Wasserreserve auf 3000 cbm. Dazu kam speziell zur Versorgung der auf dem Burgberg entstandenen Villenkolonie noch ein Wasserturm von 36,0 m Höhe, dessen 100 cbm fassendes Reservoir mit einer Höhenlage von 26 m über Terrain durch

eine 100 mm starke Sonderleitung von der Pumpstation aus direkt gespeist wird, während der Überschuß den großen Hochbehältern zufließt[1]).

Durch diese ansehnliche Erweiterung des nunmehr auf eine Förderung von 140 Sekundenlitern eingerichteten Erlanger Wasserwerks, welche mit kostspieligen Neuanlagen verbunden war und mit einem Aufwand von nahezu 500000 Mk. im Herbst 1905 vollendet wurde, dürfte dem Wasserbedarf der Erlanger Einwohnerschaft nach menschlichem Ermessen für geraume Zeit abgeholfen sein. Sollte sich aber unser Gemeinwesen rascher, als vorauszusehen ist, vergrößern und damit auch der Bedarf an dem nassen Element weiterhin steigen, so macht, dank der jetzt schon getroffenen Maßnahmen, die weitere Vermehrung der Wasserförderung bei der neuen Anlage keine großen Schwierigkeiten; nach dem oben Gesagten ist bisher ja nur ein kleiner Teil von dem mächtigen Grundwasserstrom ausgebeutet, dessen Auffindung in erster Linie einem freundlichen Zufall zu danken war.

---

[1]) Die Angaben über die technischen Details beruhen auf gütigen Mitteilungen seitens der städtischen Behörden, für welche ich den Herren I. Bürgermeister Dr. Klippel, Baurat Mucke und Wasserwerksdirektor Schreiber hier den verbindlichsten Dank aussprechen möchte.



PROFIL DURCH DAS REGNITZ-TAL BEI ERLANGEN

MASSTAB FÜR DIE LÄNGEN = 1:75000, FÜR DIE HÖHEN = 1:7500

PROFIL DURCH DAS SCHWABACH-TAL BEI ERLANGEN

MASSTAB FÜR DIE LÄNGEN = 1:50000, FÜR DIE HÖHEN = 1:5000

Über die Elastizität von Gelatinelösungen und eine Methode zur Bestimmung der Koagulationsgeschwindigkeit[1].

Von R. Reiger.

Aus dem physikalischen Institut der Universität Erlangen.

Eingegangen am 30. Januar 1907.

Das eigenartige Verhalten koagulierter wässeriger Gelatinelösungen in elastischer Hinsicht hat zu einer größeren Reihe von Beobachtungen über die Elastizität von Gelatinelösungen geführt. Es liegen über diesen Gegenstand Untersuchungen vor von E. Wiedemann, R. Maurer, Ch. Lüdeking, E. Fraas, P. v. Bjerkén, A. Leick[2]) u. a.

In seiner Arbeit „Rigidité des liquides" untersucht Th. Schwedoff[3]) die Elastizität von einer koagulierten 0,5 % Gelatinelösung, ca. 24^h nach deren Herstellung, in der im folgenden beschriebenen Weise. Er fand für den Scherungsmodul der Gelatinelösung $n = 0{,}535$ dynen/cm². Bei Wasser und Glyzerin konnte er eine Elastizität nicht nachweisen. J. Colin[4]) untersuchte nach der Methode von Schwedoff Öle, die Doppelbrechung zeigen, und fand bei diesen ebenfalls keine Gestaltselastizität. Auch bei der von Schwedoff untersuchten Gelatinelösung konnte er keinen Modul bestimmen, da die elastische Reaktion der Gelatine sich mit der Zeit änderte, und schließlich

[1]) Auszug aus einer später in den Ann. d. Phys. zu veröffentlichenden Arbeit.

[2]) Nähere Literaturangaben siehe bei A. Leick. Ann. d. Phys. Bd. 14, S. 139. 1904.

[3]) Th. Schwedoff. Journ. d. Phys. Bd. 8, S. 341. 1889 u. Bd. 9, S. 34. 1890.

[4]) J. Colin. C. R. Bd. 116, S. 1251. 1893.

bei den von ihm verwandten Versuchsbedingungen überhaupt keine Deformation der Gelatine mehr zu beobachten war.

1. Die statische Methode von Schwedoff. — Die Methode von Schwedoff, die im Gegensatz zu der im folgenden von mir mehrfach verwendeten Methode die statische genannt werden soll, ist die folgende.

Der Raum zwischen den beiden konzentrischen Gefäßen A und B (Fig. 1) ist mit der Substanz[1]) gefüllt, deren Modul bestimmt werden soll. Haftet die Substanz an den Wänden, so kann man dieselbe tordieren, indem man das obere Ende des Drahtes tordiert und das Gefäß A festhält, oder indem man das obere Ende des Drahtes festhält und dem Gefäß A eine Drehung erteilt.

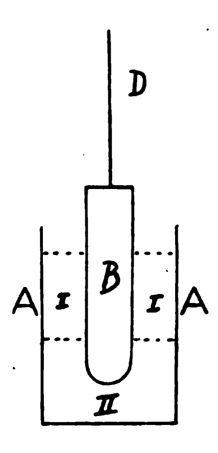


Fig. 1.

Ist für den letzteren Fall φ die Drehung des Gefäßes und δ der Torsionswinkel des Drahtes, so ist $\omega = \varphi - \delta$ die Torsion der Substanz. Zur Bestimmung der Winkel φ und δ dienen zwei Spiegel. Der eine ist durch einen Stab mit dem Gefäß A so verbunden, daß seine Drehungsachse mit der Drehungsachse des äußeren Gefäßes zusammenfällt, der andere ist mit dem unteren Ende des Torsionsdrahtes D verbunden.

Ist k die Direktionskraft der Substanz und f die des Drahtes, so ist:

$$k\,\omega = f\,\delta. \qquad (1)$$

Die Größe f wird nach bekannten Methoden bestimmt. Für die Direktionskraft der Substanz ergibt sich:

$$k = \frac{4\,\pi\,n\,(h + x)}{\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{r_1^2}}, \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad (2)$$

wenn r_0 und r_1 die Radien des inneren und äußeren Gefäßes und n der Modul der Substanz ist. h ist die Höhe desjenigen

[1]) Schwedoff beschreibt diese Methode zur Untersuchung der Elastizität von „Flüssigkeiten". Es soll jedoch der Ausdruck Flüssigkeit aus den S. 264 gegebenen Gründen vermieden werden und im folgenden stets der Ausdruck Substanz gebraucht werden, wobei über den Aggregatzustand zunächst gar keine Annahme gemacht wird.

Hohlzylinders, der in Fig. 1 mit I bezeichnet ist, während x der Höhe des Hohlzylinders entspricht, der dieselbe Wirkung hervorbringen würde wie der in Fig. 1 mit II bezeichnete Teil der Substanz.

Die Größe x läßt sich nach Schwedoff experimentell mit Hilfe einer Flüssigkeit von bekanntem Reibungskoeffizienten aus der Torsion des Drahtes D bestimmen, wenn man das Gefäß A in Rotation versetzt[1]). Da im folgenden mehrfach Gelatinelösungen von größerer Konzentration verwandt wurden, so konnte im Raum II an Stelle der Substanz Quecksilber treten und $x = o$ gesetzt werden. Dies ist jedoch nur erlaubt, wenn die Direktionskraft des Drahtes hinreichend groß ist.

Zur Verhinderung der Verdunstung von Wasser in den oberen Teilen der Gelatinelösung dient eine dünne Ölschicht, die auf die Gelatine gegossen wird.

2. Die dynamische Methode. — Erteilt man dem Gefäß B eine Drehung um den Winkel ψ, so erfahren Draht und Substanz eine Torsion um denselben Winkel. Die dadurch bedingten Drehmomente $k\,\psi$ und $f\,\psi$ wirken in demselben Sinn. Wird B freigelassen, so führt es Schwingungen um die Gleichgewichtslage aus, deren Schwingungsdauer gegeben ist durch:

$$\frac{\tau}{\pi} = \sqrt{\frac{K}{f+k}},$$

wenn K das Trägheitsmoment des schwingenden Systems ist. Ist T die Schwingungsdauer, wenn der Raum zwischen A und B nicht von Substanz erfüllt ist, so ist

$$\frac{T^2}{\tau^2} = \frac{f+k}{f}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Praktisch wird man so verfahren, daß man die Direktionskräfte f und $f+k$ bestimmt, indem man das Trägheitsmoment des schwingenden Systems in beiden Fällen um denselben Betrag K' vermehrt. Sind T_1 und τ_1 die Schwingungsdauern ohne K' und T_2 und τ_2 mit K', so ist:

$$\frac{T_2^2 - T_1^2}{\tau_2^2 - \tau_1^2} = \frac{f+k}{f}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Dabei kann das ursprüngliche Trägheitsmoment K bei den Schwingungen mit und ohne Substanz verschieden sein, man

[1]) a. a. O. Bd. 39, S. 38.

kann daher durch geeignete Wahl des Trägheitsmomentes stets erreichen, daß die Schwingungen nicht zu rasch erfolgen.

Ist die Schwingung eine gedämpfte, so läßt sich der Anteil der Dämpfung durch Beobachtung des log. Dekrementes berücksichtigen.

3. Die zeitliche Änderung des Elastizitätsmoduls. — E. Fraas[1]) hat für konzentrierte Gelatinelösungen (20 bis 50 %) gefunden, daß der Elastizitätsmodul mit der Zeit wächst und sich asymptotisch einem konstanten Wert nähert. Daraus erklärt sich die Beobachtung von J. Colin. Da

$$k\,\omega = f\,\delta$$

ist, so wird ω sehr klein gegen δ, wenn k gegen f sehr groß ist. Die Lösung bleibt bei der Torsion des Drahtes eventuell scheinbar in Ruhe. Wählt man dagegen f geeignet, so zeigt es sich, daß auch bei der 0,5 % Gelatinelösung der Modul anfangs wächst und sich schließlich einem konstanten Werte nähert. Der Endwert des Moduls liegt höher als der von Schwedoff gegebene Wert, da die Koagulation nach 24^h noch nicht beendet ist. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß die Elastizitätsmoduln für Lösungen verschiedener Gelatinearten erheblich voneinander abweichen.

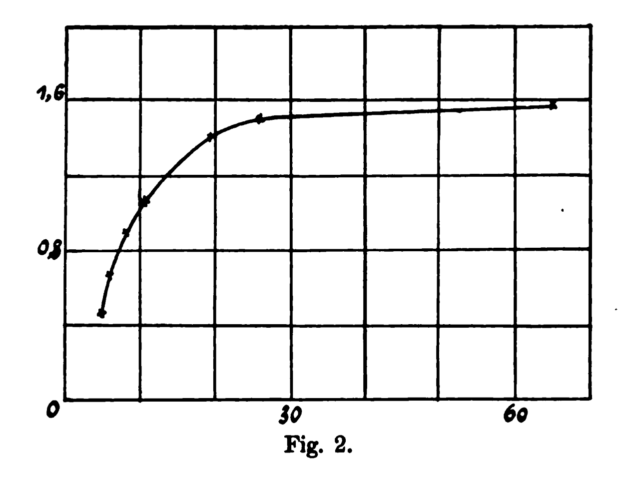


Fig. 2.

Die beiden im vorhergehenden beschriebenen Methoden geben die Möglichkeit, den zeitlichen Verlauf des Wertes des Moduls zu bestimmen. Die Kurve in Fig. 2 gibt die Änderung

[1]) E. Fraas. Wied. Ann. Bd. 53, S. 1074. 1894.

des Moduls einer Gelatinelösung von ca. 4 g Gelatine in 100 g Lösung. Dabei sind als Abszissen aufgetragen die seit Eingießen der Lösung verstrichene Zeit in Stunden und als Ordinaten die nach der statischen Methode ermittelten Werte von δ/ω. Der absolute Wert des Moduls ergibt sich aus den Dimensionen des Apparates nach Formel (2) zu $n = 1{,}06 \cdot 10^{-4}\,\delta/\omega\,(\mathrm{kg/mm^2})$.

Die im Anfangsstadium der Koagulation ermittelten Werte von δ/ω sind in die Kurve nicht aufgenommen, da die Beobachtungsresultate in diesem Falle durch Nachwirkungserscheinungen zu stark beeinflußt werden.

4. Anwendung der Änderung des Scherungsmoduls zur Beobachtung des Verlaufes des Koagulationsprozesses[1]). — Zur Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit eines chemischen Vorganges kann jede physikalische Eigenschaft dienen, die nur einer der auftretenden Komponenten der Reaktion (in merklichem Grade) zukommt, und deren Größe von der Konzentration der betreffenden Komponente abhängt. Es kann daher die Elastizität der Gelatinelösung zur Bestimmung des Reaktionsverlaufes bei der Koagulation dienen, wenn sie diesen beiden Bedingungen genügt.

Die Erfahrung lehrt, daß in einer Gelatinelösung unmittelbar nach der Herstellung keine Elastizität mit der statischen Methode nachzuweisen ist, daß dagegen die nach dieser Methode gemessene Elastizität im Laufe der Zeit wächst und sich einem konstanten Werte nähert. Aus dieser Beobachtung darf man keineswegs schließen, daß die ursprüngliche Gelatinelösung keine Elastizität besitzt, dieselbe kann sogar sehr beträchtlich sein. Man kann nach diesem Versuch lediglich sagen, daß die Relaxationszeiten[2]) aller in der ursprünglichen Lösung

---

[1]) P. von Schröder (Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 45, S. 75. 1903) hat gefunden, daß die innere Reibung von Gelatinelösungen charakteristisch ist für ihren Zustand. Die innere Reibung läßt sich jedoch nur bei flüssigen Gelatinelösungen anwenden. Es können daher nach dieser Methode nur sehr verdünnte Gelatinelösungen und diese nur im Anfangsstadium der Koagulation untersucht werden.

[2]) Relaxation ist die Erscheinung, vermöge deren eine im Inneren einer Substanz vorhandene Spannung nicht bestehen bleibt, sondern im Laufe der Zeit verschwindet. Die Relaxationszeit ist die Zeit, in der die innere Spannung auf 1/e des ursprünglichen Wertes sinkt. Man vgl. dazu J. Cl. Maxwell. Phil. Mag. (4) Bd. 35, S. 129. 1868, sowie d. Abh. d. Verf. in diesen Ber. S. 203.

vorhandenen Komponenten so klein sind, daß die statische Methode keinen Nachweis ihrer Elastizität gestattet. Von den Umwandlungsprodukten aber besitzt jedenfalls eines eine so große Relaxationszeit, daß ein Nachweis der Elastizität auf diesem Wege gelingt[1]).

Da die Elastizität von Gelatinelösungen von der Konzentration abhängt, so ist auch die zweite Bedingung erfüllt. Nach den Versuchen von Leick ist für gelatinierte Lösungen von 10 bis 40% die Größe E/c^2, wobei E der Modul der Dehnung und c die Konzentration ist, annähernd eine Konstante, und zwar ist dies speziell für die kleineren Konzentrationen der Fall. Man kann daher annehmen, daß diese Beziehung für die untersuchte Lösung gilt und kann dann die Konzentration (x) der einen auftretenden Reaktionskomponente proportional $\sqrt{n}$ setzen, da für Gelatinelösungen $E = 3n$ ist. Die nach der Zeit $t = \infty$ umgesetzte Menge a ist dann proportional $\sqrt{n_0}$, wenn n_0 der konstante Wert ist, dem sich der Wert des Moduls asymptotisch nähert.

Die Beurteilung des Reaktionsverlaufes wird durch zwei Umstände wesentlich erschwert. Einmal ist der Geschwindigkeitskoeffizient der Koagulation (k) sehr klein, so daß der beobachtete Wert x auch nach sehr langer Zeit von dem theoretisch nach $t = \infty$ erreichten Endwert $x = a$ erheblich abweicht. Ferner ist bei der Beobachtung der Zeitpunkt, in dem die Reaktion einsetzt, nicht gegeben, da im Anfang des Prozesses starke Temperaturänderungen dadurch bedingt sind, daß die Lösung warm in den Apparat gegossen wird.

---

[1]) Nach G. Quincke hat man sich den Aufbau des Kolloids und den Koagulationsprozeß in der folgenden Weise vorzustellen: Jedes organische Kolloid bildet mit Wasser eine wasserarme Lösung A von großer Viskosität und eine wasserreiche Lösung B von kleiner Viskosität. Unter dem Einfluß der verschiedenen Oberflächenspannungen bildet die ölartige wasserarme Lösung A in der wasserreichen B desselben Kolloids hohle Blasen und aneinanderliegende Schaumwände und Schaumkammern. Die wässerigen Lösungen der organischen Kolloide gerinnen zu einer flüssigen Gallerte, wenn die flüssigen Lamellen in der ölartigen wasserarmen Kolloidlösung zu flüssigen Schaumwänden zusammenfließen. Erstarren die flüssigen Schaumwände, so geht dadurch die flüssige Gallerte in steife über. (Vgl. hierzu Ann. d. Phys. Bd. 10, S. 673. 1903, sowie Autorreferat in d. Fortschr. d. Phys. im J. 1903. Bd. 59, I. S. 210.)

Es muß daher einerseits der Endwert a aus den Beobachtungen berechnet werden, und andererseits können zu allen Berechnungen keine absolut beobachteten Zeiten, sondern nur Zeitdifferenzen verwandt werden.

Ist die für den zeitlichen Verlauf maßgebende Reaktion eine unimolekulare, so ist:

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x),$$

wenn x die zur Zeit t, a die nach der Zeit $t = \infty$ umgesetzte Menge und k der Geschwindigkeitskoeffizient ist.

Um dies zu prüfen, kann man in der folgenden Weise verfahren:

Man nimmt aus der Kurve, bei der die beobachteten Werte $x = \sqrt{\delta/\omega}$ als Ordinaten und die Zeit t als Abszissen aufgetragen sind, drei Werte x_1, x_2, x_3, für die

$$t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \tau$$

ist, dann läßt sich entweder a berechnen aus

$$a = \frac{x_2^2 - x_1 x_3}{2x_2 - (x_1 + x_3)}$$

oder k aus

$$e^{k\tau} = \frac{x_2 - x_1}{x_3 - x_2}.$$

Führt man diese Berechnung für verschiedene Zeiten durch, so zeigt sich, daß der berechnete Wert von a mit der Zeit wächst, wobei die im Anfang der Koagulation berechneten (virtuellen) Werte von a kleiner sind als die nach langer Zeit beobachteten Werte x. Daraus sowie aus den direkt berechneten Werten von k ergibt sich eine Abnahme von k mit der Zeit.

Dies beweist noch nicht, daß wir es mit keiner unimolekularen Reaktion zu tun haben, es ist noch möglich, daß eine unvollständig verlaufende Reaktion vorliegt. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint es von Interesse, zu untersuchen, ob der Einfluß verschiedener Salze und Beimengungen auf den Modul der Gelatine, wie er sich aus den Versuchen von E. Fraas und A. Leick ergeben hat, auf eine katalytische Wirkung der vorhandenen Jonen oder Molekülgruppen zurückzuführen ist.

Auf diesen Punkt sowie auf die Untersuchung, ob der Koagulationsprozeß einer n-molekularen Reaktion[1]) entspricht, soll zunächst nicht weiter eingegangen werden, da weitere Versuche im Gange sind.

Hier möge der Hinweis genügen, daß die elastischen Eigenschaften zur Untersuchung des Reaktionsverlaufs bei der Koagulation dienen können.

5. **Untersuchung einer koagulierten Lösung nach der statischen und dynamischen Methode.** — Im folgenden soll eine Lösung untersucht werden, die, solange eine bestimmte Grenze nicht überschritten wird, sich wie ein vollständig elastischer Körper verhält. Es ist dies erst der Fall, wenn die Koagulation weiter fortgeschritten ist. Das Anfangsstadium der Koagulation sowie aus irgend einem Grund schlecht koagulierte Lösungen sollen zunächst aus dem Bereich der Beobachtung ausgeschlossen sein.

Bestimmt man die Direktionskraft der Gelatine nach der statischen und dynamischen Methode, so zeigen die nach beiden Methoden gefundenen Werte der Direktionskraft beträchtliche Unterschiede.

Bei den Beobachtungen nach der dynamischen Methode wurde darauf geachtet, daß die Spannung des Aufhängedrahtes die gleiche war bei den Schwingungen mit und ohne Substanz zwischen A und B. Bei der im folgenden mitgeteilten Versuchsreihe hatte das innere Gefäß einen Radius von 3,62 cm; da in diesem Falle die Spannung des Drahtes durch den Auftrieb stark beeinflußt wird, so wurden die Schwingungen des freien Systems nicht in Luft, sondern in Wasser beobachtet.

---

[1]) Erwähnt möge noch werden, daß für den Fall einer nach der Gleichung:

$$\frac{dx}{dt} = k(a - x)^2$$

verlaufenden bimolekularen Reaktion die aus

$$a = \frac{x_2(x_1 + x_3) - 2x_1 x_3}{2x_2 - (x_1 + x_3)}$$

berechneten Werte von a auch für die Anfangswerte Größen ergeben, die weit weniger von dem nach sehr langer Zeit beobachteten Werte abweichen, als dies bei der unimolekularen Reaktion der Fall ist. Es ist daher möglich, daß ein bimolekularer Vorgang die Geschwindigkeit des Reaktionsverlaufes bedingt.

Die Spannung konnte in diesem Falle als gleich angesehen werden, da der Auftrieb der Gelatine bei der geringen Konzentration (0,5 %) sich wenig von der des reinen Wassers unterschied. Die von der Elastizität des Wassers herrührende Direktionskraft ist jedenfalls so klein, daß die Wirkung bei der Versuchsanordnung sicher unter den Grenzen der Beobachtungsfehler liegt.

In Tabelle (1) sind für verschiedene Drehungswinkel φ die zusammengehörigen Werte von δ und ω in Minuten gegeben und das Verhältnis δ/ω. Tabelle 2 enthält die Beobachtungen nach der dynamischen Methode. Dabei dienten zur Änderung der Schwingungsdauer des schwingenden Systems aufgesetzte zylindrische Gewichte. Die Tabelle gibt die zusammengehörigen Werte von τ und T und das Verhältnis der beiden Größen.

Tabelle 1.

2δ	2ω	$\frac{\delta}{\omega}$
139,1	2,9	48,0
551,6	11,5	48,0
818,5	17,0	48,1
277,7	5,8	47,9

Tabelle 2.

T	τ	$\frac{T}{\tau}$
11,46	1,56	7,35
14,84	2,01	7,38
17,58	2,38	7,39

Aus dem Mittelwert 7,37 in Tabelle 2 berechnet sich k/f = 53,3, während der Mittelwert für den nach der statischen Methode bestimmten Wert von k/f = 48,0, also kleiner ist. Wird der Wert k/f für die dynamische Methode nach Formel (4) berechnet, so ergibt sich ein etwas größerer Wert 55,0.

Die Dämpfung ist bei der Berechnung nicht berücksichtigt, ihr Einfluß ist klein. Für die Schwingungen in Wasser ist das Verhältnis der gedämpften Schwingungsdauer zu der ungedämpften kleiner als 1,0001, für die Schwingungen in Gelatinelösung kleiner als 1,0004.

Die Erscheinung, daß der dynamisch ermittelte Wert der Direktionskraft größer ist als der statisch bestimmte, wurde auch bei anderen Konzentrationen beobachtet.

Bestimmt man den Modul eines Drahtes aus der Torsion und aus Torsionsschwingungen, so ergibt sich nach Beobachtungen von E. Warburg[1]), daß der aus den Schwingungsbeobachtungen

[1]) E. Warburg. Wied. Ann. Bd. 10, S. 13. 1880.

gefundene Wert des Moduls stets größer ist als der nach der statischen Methode gefundene. Die beiden Werte des Scherungsmoduls weichen also bei koagulierten Gelatinelösungen in demselben Sinn voneinander ab wie bei den übrigen elastischen Medien. Prozentual gerechnet ist die Abweichung bei den Gelatinelösungen jedoch weit beträchtlicher. Es dürften dabei Nachwirkungserscheinungen eine Rolle spielen.

6. Untersuchung einer unvollkommen koagulierten Lösung nach der statischen und dynamischen Methode. — Die im folgenden mitgeteilten Versuche beziehen sich auf eine Gelatinelösung, die nur unvollkommen koagulierte[1]. Es traten bei dieser Lösung starke Nachwirkungserscheinungen auf, die quantitative Beobachtungen erschwerten.

Der Unterschied zwischen dem statisch und dynamisch ermittelten Werte der Direktionskraft ist hier noch wesentlich größer.

Nach der statischen Methode zeigt sich ein ständiger Rückgang des Ausschlages δ. Der momentane statische Ausschlag bei der Deformation ist nicht zu ermitteln, da das System B D zunächst Schwingungen um die neue Gleichgewichtslage ausführt. Aus der Beobachtung dieser Schwingungen folgt, daß in der ersten Zeit sehr starke Verschiebungen der Gleichgewichtslage auftreten. Berechnet man aus den beobachteten Umkehrpunkten und dem beobachteten Dämpfungsverhältnis die Gleichgewichtslage, so erhält man Werte, die den nach der dynamischen Methode ermittelten Werten näher kommen.

Für die dynamische Methode, die in solchen Fällen zur Untersuchung der elastischen Eigenschaften geeigneter erscheint, wird die quantitative Beobachtung dadurch erschwert, daß die gewöhnliche Theorie der gedämpften Schwingungen sich nicht mehr anwenden läßt. Für diese genügt die Beobachtung des Dämpfungsverhältnisses (log. Dekrements) und der Schwingungsdauer, die beide konstante Größen sind.

Bei der unvollkommen koagulierten Lösung trifft keine dieser Voraussetzungen mehr zu. Das Dekrement und die Schwingungsdauer sind von der Amplitude abhängig.

[1]) Dies kann z. B. durch anhaltendes Kochen bewirkt werden. Ausführliche Untersuchungen über diese Erscheinung hat P. v. Schröder (a. a. O.) angestellt.

Das Dämpfungsverhältnis nimmt mit zunehmender Amplitude ab.

Dies zeigt Tabelle 3, in der die Dämpfungsverhältnisse für aufeinanderfolgende Schwingungsbögen a_1, a_2, a_3, a_4 gegeben sind.

Tabelle 3.

a_1	$\frac{a_1}{a_2}$	$\frac{a_2}{a_3}$	$\frac{a_3}{a_4}$
354	1,86	2,01	2,05
271	1,86	2,13	2,20
171	1,94	2,25	2,32

Da das Dämpfungsverhältnis aus zwei direkt nach einander beobachteten Schwingungsbögen berechnet ist, so treten die Beobachtungsfehler in diesem Falle sehr stark hervor. Die angegebene Messungsreihe soll daher nur den Gang der Erscheinung geben.

Dieselbe Erscheinung wurde von H. Garrett[1]) bei flüssigen Gelatinelösungen beobachtet.

Bei der unvollkommen koagulierten Lösung macht sich jedoch noch ein weiterer Umstand geltend:

Die Schwingungsdauer nimmt mit zunehmender Amplitude zu.

Nach der Theorie der gedämpften Schwingungen besteht zwischen der Schwingungsdauer t der ungedämpften und der Schwingungsdauer t' der gedämpften Schwingung, wenn $\varLambda$ das log. Dekrement ist, die Beziehung

$$t' = t\sqrt{1 + \frac{\varLambda^2}{\pi^2}}.$$

Da nach dem vorhergehenden das Dämpfungsverhältnis mit zunehmender Amplitude abnimmt, so müßte mit zunehmender Amplitude auch die Schwingungsdauer abnehmen, wenn die obige Beziehung für Schwingungen einer Substanz mit elastischer Nachwirkung noch Gültigkeit hätte.

---

[1]) H. Garrett. Dissertation. Heidelberg 1903. Über den Einfluß der Amplitude auf das Dämpfungsverhältnis bei der Nachwirkung der Torsionsschwingungen von Drähten s. Winkelmann, Handb. d. Phys. Bd. 1, S. 338. 1891.

Beobachtet man den Zeitverlauf zwischen zwei aufeinanderfolgenden Umkehrpunkten, so treten die Beobachtungsfehler sehr stark hervor. Es wurde daher der erste Ausschlag und die Zeitdauer, die zwischen 4 Umkehrpunkten liegt, beobachtet. Auch in diesem Falle machen die Beobachtungsfehler sich noch stark geltend, doch gibt Figur 3 ein Bild des Ganges der Erscheinung. Es sind als Ordinaten die ersten Schwingungsbögen in Skalenteilen und die Zeitdauer von 4 Schwingungen als Abszissen angetragen.

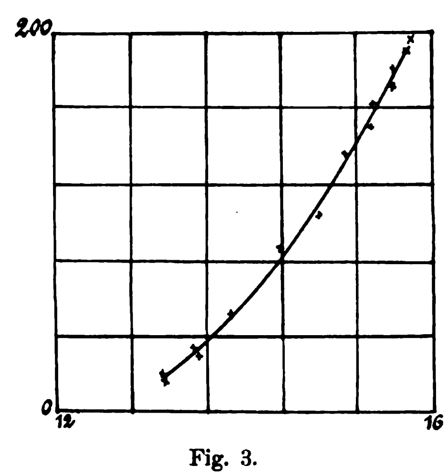


Fig. 3.

Wahrscheinlich wird das Verhalten der Gelatinelösung auch durch Größe und Geschwindigkeit der vorhergehenden Deformation beeinflußt, so daß wir es mit einem sehr verwickelten Vorgang zu tun haben.

Es dürfte jedoch die oben beschriebene dynamische Methode sich zum quantitativen Studium der elastischen Nachwirkung aus dem Grunde besonders eignen, da sie gestattet bequem Substanzen zu untersuchen, bei denen sehr starke Nachwirkungserscheinungen auftreten. Bei diesen ist der Einfluß der Luftreibung und der Beobachtungsfehler auf die Versuchsresultate klein.

7. Anwendung der dynamischen Methode zum Nachweis der Elastizität zähflüssiger Substanzen. — Nach den Versuchen von Schwedoff und Colin scheint es, daß nur Gelatinelösungen eine Gestaltselastizität besitzen, daß aber allen

anderen Flüssigkeiten keine Gestaltselastizität zukommt. Das ganze Verhalten einer koagulierten Gelatinelösung spricht jedoch dafür, daß diese nicht als Flüssigkeit[1]), sondern als typisch fester Körper aufzufassen ist.

Ist die Gelatinelösung nicht koaguliert, so verhält sie sich wie die übrigen Flüssigkeiten, d. h. mit der statischen Methode ist keine Elastizität nachzuweisen. Dies ist auf die Erscheinung der Relaxation zurückzuführen. Für die Flüssigkeiten sind die Relaxationszeiten sehr klein. Für eine Reihe von Flüssigkeiten, in denen Doppelbrechung[2]) beobachtet wurde, berechnet Natanson[3]) aus den Versuchen von G. de Metz und Umlauf die Relaxationszeiten und findet für Rizinusöl 0,0013 sec und für Lösungen von Traganth und Kollodium Werte von derselben Größenordnung.

Für die Auffassung der Gelatine als festen Körper spricht die schon von Schwedoff gefundene Tatsache, daß sich die von ihm untersuchte 0,5 $^0/_0$ Gelatinelösung innerhalb eines gewissen Bereiches (Elastizitätsgrenze) wie ein vollkommen elastisches Medium verhielt. Dies tritt noch deutlicher hervor, wenn die Koagulation weiter fortgeschritten ist, da dann die Elastizitätsgrenze wesentlich höher liegt als bei den Versuchen von Schwedoff.

Relaxation tritt nach Schwedoff erst oberhalb dieser Grenze ein, und er bestimmt die Relaxationszeit zu 823 sec. Sie liegt also jedenfalls wesentlich höher als die von Natanson für Flüssigkeiten gefundenen Werte, wenn man zunächst ganz davon absieht, daß bei der Versuchsanordnung von Schwedoff Relaxation und Nachwirkung sich nicht trennen lassen[4]).

Die elastische Reaktion der koagulierten Gelatinelösung bei der statischen Methode rührt also daher, daß dieselbe als fester Körper aufzufassen ist. Bei den Flüssigkeiten, die Doppelbrechung zeigen, erklärt sich das Fehlen jedes elastischen Effekts bei der statischen Methode aus der Größe der Relaxationszeit, wie sie die Berechnungen von L. Natanson ergeben haben.

---

[1]) Vgl. auch J. Colin a. a. O.

[2]) Literaturangaben s. bei G. de Metz, La double Réfraction accidentelle dans les liquides. Scientia Nr. 26. Paris 1906.

[3]) L. Natanson. Zeitschr. f. physik. Chem. Bd. 39, S. 355. 1902.

[4]) Vgl. hierzu diese Ber. S. 214.

Die statische Methode versagt selbst bei Flüssigkeiten mit größerer Relaxationszeit, so z. B. bei zähflüssigen Kolophonium-Terpentinölgemischen, bei denen eine aperiodische Rückkehr des tordierten Drahtes in die Gleichgewichtslage zu beobachten ist, dagegen läßt sich mit der dynamischen Methode ein Nachweis der Gestaltselastizität in diesem Fall erbringen.

Erwärmt man eine Kolophonium-Terpentinölmischung bis zu einer Temperatur, bei der sie leichtflüssig ist, so daß das System B D (in Fig. 1) nur wenig gedämpfte Schwingungen ausführt, so zeigt sich, daß mit abnehmender Temperatur einerseits ein Wachsen des log. Dekrements, andererseits eine Abnahme der Schwingungsdauer zu beobachten ist. Die Zunahme des Dekrements rührt von der Zunahme der Reibung her. Die Schwingungsdauer einer gedämpften Schwingung ist an und für sich größer als die der ungedämpften, und ebenso bewirkt die Vergrößerung des Trägheitsmomentes durch die Flüssigkeit eine Vergrößerung der Schwingungsdauer. Die Abnahme der Schwingungsdauer kann nur von einer Vergrößerung der Direktionskraft, also von einer elastischen Reaktion der Flüssigkeit herrühren.

Die dynamische Methode gibt mithin die Möglichkeit nachzuweisen, daß zähe Flüssigkeiten eine Gestaltselastizität besitzen.

Erlangen, Physik. Institut der Universität. Januar 1907.

Über die therapeutische Verwendung des Uviolquecksilberlichtes.

Von L. Hauck.

Aus der medizinischen Klinik der Universität Erlangen.

Nachdem der Phototherapie für das Gebiet der Hautkrankheiten durch Finsens bahnbrechende Untersuchungen und Arbeiten die Wege geebnet waren, hat sie sich durch weiteren Ausbau der Methode und infolge der erzielten günstigen Heilresultate rasch eine dominierende Stellung errungen. Durch Finsen und seine Schüler wissen wir, daß die entzündungserregende Wirkung des Lichtes auf die Haut neben der blauen und violetten Strahlengruppe des Spektrums besonders durch die ultravioletten Strahlen bedingt, ist und die bakteriologischen Untersuchungen von Geißler, Fischer, Buchner, Dieudonné haben ergeben, daß diesen ultravioletten Strahlen auch eine äußerst intensive, bakterientötende Wirkung zukommt. Leider sind dieser bakteriziden Kraft, wie sich bei weiteren Versuchen zeigte, für die Therapie ziemlich enge Grenzen gesteckt, da die ultravioletten Strahlen nur ein sehr geringes Penetrationsvermögen besitzen und gerade die chemich wirksamsten ganz kurzwelligen Strahlen bereits in den oberflächlichsten Epidermisschichten der Haut absorbiert werden. Jansen wies nach, daß die bakterientötende Kraft der blau-ultravioletten Strahlen nach Zwischenschaltung eines 1,2 mm dicken Hautstückchens noch gut erhalten blieb, jedoch erloschen war, sobald die Strahlen Gewebsstückchen von 1,5 mm Dicke passieren mußten. Eine bakterienschwächende Wirkung ließ sich noch konstatieren, wenn die Strahlen durch Hautstückchen bis zu 4 mm Dicke geleitet waren. Finsens Bestreben war deshalb vor allem darauf gerichtet, die Tiefenwirkung zu steigern, was ihm auch durch möglichst ausgiebige Anämisierung des Haut-

gewebes mittels Kompressionslinsen gelang, nachdem er gefunden hatte, daß durch das Blut die chemisch wirksamen Strahlen des Spektrums sehr stark absorbiert werden. In der Finsenlampe finden wir denn auch das Problem einer Kombination der bakteriziden und entzündungserregenden Wirkung der blau-ultravioletten Strahlen des Spektrums mit einer Tiefenwirkung auf das prächtigste gelöst.

Wenn nun auch die Erfolge der Finsenlichttherapie äußerst günstige genannt werden müssen und vor allem die bei der Behandlung des Lupus vulgaris erzielten von keiner anderen Heilmethode bisher erreicht wurden, so ist dieselbe doch noch so kostspielig und langwierig, daß von den verschiedensten Seiten versucht wurde, Ersatzlampen zu konstruieren. So wurde das an ultravioletten Strahlen sehr reiche Eisenelektrodenlicht empfohlen, welches jedoch bei großem Stromverbrauch und starker Wärmeentwicklung nicht annähernd die mit dem Finsenlicht erzielte Tiefenwirkung erreichte. Da ferner auch der leuchtende Quecksilberdampf, wie durch Arons nachgewiesen wurde, großen Reichtum an ultravioletten Strahlen aufweist, war man seit Jahren bestrebt, das Quecksilberlicht therapeutischen Zwecken nutzbar zu machen. Jedoch waren bei der Konstruktion wirklich brauchbarer Quecksilberlampen ziemlich viele technische Schwierigkeiten zu überwinden, und erst Hewitt und später Heräus gelang die Herstellung solcher. Da nun aber gewöhnliches Glas die ultravioletten Strahlen größtenteils absorbiert, war man bisher genötigt, bei den Belichtungsapparaten ein für die aktinischen Strahlen gut passierbares Medium, nämlich Bergkristall oder Quarz, zu verwenden. Letzteres hat auch Heräus bei seiner Quecksilberbogenlichtlampe in Anwendung gebracht, wodurch dieselbe aber einerseits ziemlich kostspielig wird, andererseits die Möglichkeit größerer Flächenbestrahlung verliert. Erst durch die Erfindung von Schott in Jena scheint ein brauchbarer Ersatz für den Bergkristall oder den Quarz gewonnen zu sein, indem ihm die Herstellung einer bestimmten Glassorte — Uviolglas — glückte, welches die ultravioletten Strahlen gut passieren läßt. In 40—60 cm lange Glasröhren aus diesem Material sind an den Enden Kohlenspitzen eingesetzt, und nachdem durch Stromschluß eingeschmolzenes Quecksilber zum Ver-

dampfen und Leuchten gebracht ist, hat man ein äußerst intensives Licht zur Verfügung. In dem Spektrum dieses Uviollichtes fehlt Rot vollständig, weshalb eine stärkere Wärmeentwicklung ausgeschlossen ist, und die Lichtquelle in nächste Nähe des Bestrahlungsobjektes gebracht werden kann. Der sichtbare Teil des Spektrums, das sich bis zu 253 $\mu\mu$ Wellenlänge erstreckt, reicht von 579—405 $\mu\mu$, so daß also nahezu $^2/_3$ desselben der ultravioletten Strahlengruppe angehören. Das Spektrum der Quarzlampe von Heräus reicht ja zwar etwas weiter, bis 220 $\mu\mu$ Wellenlänge, jedoch ist die Differenz so gering, daß das Uviolglas spektroskopisch dem Quarz als ziemlich gleichwertig erachtet werden kann. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die äußersten ultravioletten Strahlen nur verhältnismäßig geringes therapeutisches Interesse beanspruchen, da durch Jansen nachgewiesen ist, daß eine Tiefenwirkung nur den bis zu 322 $\mu\mu$ Wellenlänge reichenden ultravioletten Strahlen zugesprochen werden dürfe.

Der wesentlichste Vorzug der Uviollampe gegenüber den übrigen Lampen besteht bei annähernd gleicher Strahlenqualität in der Möglichkeit großer Flächenbestrahlung. Während der Finsenapparat nur die Belichtung einer Hautpartie von ca. $2^1/_2$ cm Durchmesser und die Quarzlampe eine solche von etwa der doppelten Größe zuläßt, sind wir durch die Uviollampe in die Lage versetzt, die Wirkung reichlicher ultravioletter Strahlen auf große Hautbezirke ausdehnen zu können. Diese Tatsache mußte natürlich zu therapeutischen Versuchen ermutigen, und sind bisher auch bereits mehrere Veröffentlichungen erschienen, welche sich mit der Verwertbarkeit des Uviollichtes für dermatologische Zwecke befassen. Nachdem zuerst Gottstein über günstige Resultate bei der Behandlung chronischer Ekzeme, insbesondere der Gewerbeekzeme berichtet hatte, hat Axmann die Wirkung der Uviollampe bei den verschiedensten Hauterkrankungen erprobt und in zahlreichen Arbeiten auf die ausgezeichneten Erfolge mit derselben hingewiesen. Er hebt vor allem den äußerst günstigen Einfluß ihres Lichtes auf torpide, eiternde Wunden, speziell auf jauchige Unterschenkelgeschwüre hervor, welche er meist schon nach wenigen Bestrahlungen zur Heilung bringen konnte. Ja selbst jahrelang bestehende Geschwüre bedurften nie länger als 4 Wochen zu

dauernder Heilung. Ferner behandelte er noch mit gutem, teilweise sogar mit überraschend günstigem Erfolge Akne vulgaris, Furunkulose, Sykosis, Herpes tonsurans, Erysipel, Psoriasis, Alopecia areata und Ekzeme des subakuten und chronischen Stadiums. Er empfiehlt deshalb bei den eben erwähnten Dermatosen die Anwendung des Uviollichtes auf das wärmste. Durch die Mitteilungen von Aßfalg, Meyer, Strauß, Stern wurden seine Angaben großenteils bestätigt. Strauß, der bereits über 350 bestrahlte Fälle berichten kann, bezeichnet das weite Gebiet der Ekzeme für ein dankbares Feld der Uviolbehandlung, und sollen besonders bei hartnäckigen, nässenden Gesichtsekzemen gute Dauerresultate zu erzielen sein. Meyer erwähnt auch völlige Heilung in einem Falle schwerer Dermatitis herpetiformis Duhring sowie Besserung bei Prurigo und Strophulus. Übereinstimmend wird von sämtlichen eben erwähnten Autoren die überaus günstige Wirkung des Uviollichtes in der Behandlung der Alopezie hervorgehoben, und sollen selbst ganz veraltete Fälle schon nach wenigen Bestrahlungen frischen Haarwuchs zeigen. So erwähnt Aßfalg, daß er bei drei Fällen von Alopecia areata in durchschnittlich 15 Sitzungen von $^1/_2$—1 Stunde Dauerheilung erzielen konnte.

Wenn wir nun auch für die eben angeführten Erkrankungen in der Uviollampe eine beachtenswerte Bereicherung unseres therapeutischen Instrumentariums erblicken dürfen, so haben sich andererseits die anfangs wohl gehegten Erwartungen, daß in ihr ein Ersatz der Finsenlampe für die Behandlung des Lupus gefunden sei, keineswegs erfüllt. Nach den bisher gemachten praktischen Erfahrungen sowie dem Ergebnis der experimentellen Untersuchungen vermissen wir bei dem Uviollicht leider den für die therapeutische Verwendbarkeit beim Lupus wesentlichsten Faktor — die Tiefenwirkung. Meyer konnte experimentell feststellen, daß sich zwar auf weite Entfernung (bis 2 m) hin noch eine auffallend gute Durchgängigkeit dünner, $^1/_2$ mm dicker Epidermisschichten konstatieren läßt, das Uviollicht auch dem Eisenlicht an penetrationsfähigen Strahlen etwas überlegen ist, dagegen dem Lichte der Finsen-Reyn-Lampe nicht im entferntesten an Tiefenwirkung gleichkommt. Ebenso ist seine bakterientötende Wirkung nur sehr gering. Keller spricht

ihm ja allerdings eine gewisse bakterizide Wirkung auf Bakterium coli und Streptokokken nicht ab, bezeichnet diese aber nur als gering und oberflächlich. Auf Agarkulturen von Staphylokokken übt selbst eine länger dauernde Bestrahlung keinen wachstumhemmenden Einfluß aus.

Mit dem Hinweis auf die Aussichtslosigkeit einer Therapie bei dieser geringen bakteriziden und Tiefenwirkung wurden bisher überhaupt fast keine Belichtungsversuche bei Lupus angestellt. Nur Axmann erwähnt in einer seiner Arbeiten solche und teilt mit, daß er bei ausgedehnten, das ganze Gesicht und die Extremitäten bedeckenden, schuppenden wie ulzerierenden Lupusfällen temporäre Heilungen erzielen konnte.

Nachdem von Finsen und seinen Schülern für eine wirksame Lichtbehandlung des Lupus die Kombination der drei den ultravioletten Strahlen zukommenden Fähigkeiten: — entzündungserregende Eigenschaft, bakterizide Kraft und Tiefenwirkung — als unerläßliche Bedingung vorausgesetzt wurde, ist es leicht erklärlich, wenn von einer Behandlung des Lupus mit Uviollicht als wahrscheinlich aussichtslos bis jetzt meist abgesehen wurde. Nun dürfen wir aber die günstigen Heilerfolge des Finsenlichtes nicht nur als die Folge direkter Strahlenwirkung auffassen, sondern müssen wohl auch eine indirekte Schädigung der Bakterien insofern annehmen, als durch die in dem Gewebe hervorgerufene und mit starker Erweiterung der Gefäße einhergehende Entzündung die Existenzbedingungen für dieselben ungünstiger werden, so daß sie, durch Verschlechterung des Nährbodens in ihrer Entwicklung gehemmt, allmählich zugrunde gehen. Auch ist weiter noch zu berücksichtigen, daß die ultravioletten Strahlen, wie Hertel nachgewiesen hat, die Fähigkeit besitzen, aus dem Blute und dem sauerstoffhaltigen Zellplasma des Gewebes Sauerstoff abzuspalten, wodurch eine die Entwicklung der Bazillen ebenfalls schädigende Reaktion des Gewebes erzeugt wird. Die entzündungserregende Eigenschaft des Lichtes ist aber um so größer, je reicher dasselbe an kurzwelligen, ultravioletten Strahlen ist, und seine Heilwirkung um so günstiger, je länger und intensiver die Bestrahlung durchgeführt wird. Da bei dem Uviollicht die Wärmeentwicklung nur eine sehr geringe ist, können wir die Lichtquelle in möglichste Nähe der erkrankten Hautpartie bringen.

Dadurch ist einerseits, da die Strahlenabsorption auf dem Luftwege nur eine geringe sein kann, eine fast vollständige Ausnützung des großen, ultravioletten Strahlenreichtums ermöglicht, andererseits auch eine langdauernde Bestrahlung durchführbar. Wir sind also, wenigstens von theoretischen Gesichtspunkten aus, in die Lage versetzt, eine energische entzündliche Reaktion in dem erkrankten Gewebe hervorrufen zu können. Freilich muß hier sofort der Einwand erhoben werden, daß die Entzündung nur auf die oberflächlichen Hautpartien beschränkt bleiben kann und dann natürlich ohne Einfluß auf das tiefer liegende krankhafte Gewebe bleibt. Die Beantwortung der Frage, wie weit die entzündliche Reaktion auch auf die tieferen Gewebsschichten übergreift, mußte praktischen Versuchen überlassen bleiben. Solche sind zu diesem Zwecke seit $1^1/_2$ Jahren an der Erlanger medizinischen Klinik gemacht worden, und sei es gestattet, in folgendem kurz die erzielten Resultate anzuführen.

Im ganzen wurden acht Fälle von **Lupus** behandelt, und zwar handelte es sich meist um ausgedehnte lupöse Erkrankungen des Gesichts, bei welchen infolge der Größe der Krankheitsherde die Anwendung von Finsenlicht nicht in Betracht kommen konnte, zur Erzielung eines annähernd günstigen kosmetischen Resultates jedoch eine Lichtbehandlung besonders geeignet war. Was die Methode der Bestrahlung anlangt, so wurde vor allem darauf Rücksicht genommen, die Lampe in möglichste Nähe der zu belichtenden Hautstellen zu bringen, nachdem vorher die gesunden Hautpartien durch Gazekompressen geschützt waren. Die Dauer der einzelnen Bestrahlung betrug durchschnittlich $1—1^1/_2$ Stunden. Ein günstiger Heilerfolg konnte nur in einem einzigen Falle, bei einem 17jährigen Dienstknecht, erzielt werden.

Patient leidet seit seinem 10. Lebensjahr an Lupus, welcher an der Nase begonnen und, allmählich fortschreitend, einen großen Teil des Gesichtes sowie die Kinn- und Halsgegend ergriffen hatte. Obwohl er häufig in klinisch-chirurgischer Behandlung stand, konnte trotz mehrmaliger tiefer Auskratzungen und ausgiebiger Anwendung des Thermokauters keine Heilung erzielt werden. Bei seinem Eintritt in unsere Behandlung bestand auf dem rechten Nasenflügel ein etwa zweipfennigstückgroßes ziemlich tiefes Geschwür. Auf dem übrigen Teil der Nase, der stark verdickten Oberlippe sowie auf den der Nase anliegenden Teilen beider Wangen fanden sich zahlreiche, disseminiert stehende, in die Haut ein-

gelagerte Tuberkelknötchen. Die Haut der ganzen Kinngegend sowie der oberen vorderen Halspartie war derb infiltriert, wies starke Schuppung auf und war von massenhaften Tuberkelknötchen und kleinen Geschwüren durchsetzt. Das Gesicht wurde 71mal, die Kinngegend 50mal durchschnittlich eine Stunde bestrahlt. Bei der Entlassung, die auf Wunsch des Patienten erfolgte, war das Geschwür auf der Nase vollständig geheilt und gut vernarbt. Die lupösen Effloreszenzen im Gesicht sowie die Verdickung der Oberlippe waren vollständig verschwunden und nirgends mehr mittels des Diaskops Knötchen zu finden. Auch die Haut des Kinns und am Hals wies keine deutlichen krankhaften Erscheinungen mehr auf, sie zeigte glattes, weißes, leicht glänzendes Aussehen. Jedoch konnten in die tieferen Schichten der Haut eingelagert noch mehrere typische Knötchen festgestellt werden. Das kosmetische Resultat ließ sich als sehr günstig bezeichnen. Es bestanden weder stärkere Pigmentation der Gesichtshaut noch Hyperämie oder teleangiektatische Veränderungen. Nach Verlauf eines Jahres stellte sich Patient wieder vor, nachdem seit ca. 2 Monaten wieder frische lupöse Effloreszenzen am Kinn und Hals aufgetreten waren. Dagegen war das Gesicht ohne jegliches Rezidiv geblieben, und bei genauester Untersuchung konnten nirgends mehr Knötchen konstatiert werden. Patient wurde abermals 67mal mit Uviollicht bestrahlt und konnte dann vollständig geheilt entlassen werden.

Leider ließ sich in allen übrigen Fällen auch nicht ein nur annähernd so günstiger Erfolg mehr erzielen, obgleich die Behandlung regelmäßig längere Zeit ununterbrochen fortgesetzt wurde. Sämtliche Patienten wurden mindestens 40mal einer einstündigen Lichtwirkung ausgesetzt, und trotzdem gelang es nicht, selbst nur eine oberflächliche Heilung oder doch wenigstens eine wesentliche Besserung zu erreichen. Bei einer Patientin konnte nicht einmal nach 65 Sitzungen ein etwa handflächengroßes lupöses Geschwür zur vollständigen Vernarbung gebracht werden.

Der beobachtete einzige Heilerfolg kann natürlich die übrigen Mißerfolge nicht aufwiegen, und durch die fast durchwegs negativen Resultate findet sich die in den bisher erschienenen Arbeiten öfters vertretene Ansicht, daß die therapeutische Verwendung des Uviollichtes beim Lupus keine Erfolge verspreche, vollauf bestätigt. Es scheint also auch die entzündungserregende Eigenschaft seiner Strahlen nur eine oberflächliche Reizwirkung auf das Gewebe ausüben zu können. Es wäre nun noch zu erwägen, ob nicht die an und für sich geringe Tiefenwirkung eine Steigerung erfahren könnte, eine Frage, die bereits Axmann aufgeworfen hat. Konzentration der Strahlen oder An-

wendung von Druckgläsern können aber kaum in Betracht kommen, denn dadurch würde die Uviollampe ihre Hauptvorzüge gegenüber den übrigen Lampen: einfache Handhabung und große Flächenbestrahlung vollständig verlieren. Eher kämen eine eventuelle Sensibilisierung oder Anämisierung des Gewebes oder mit Uviollichtbestrahlung kombinierte andere Behandlungsmethoden in Betracht. Jedenfalls ist die durch die Schottsche Lampe gegebene Möglichkeit, große Flächen bestrahlen zu können, ein solch großer Vorteil, daß man nach den ersten Mißerfolgen nicht jede Hoffnung auf weiteren Erfolg aufgeben darf. Vielleicht läßt sich mit der Zeit doch noch ein Verfahren ausfindig machen, durch welches mit dem Uviollicht auch in der Lupustherapie befriedigendere Resultate zu gewinnen sind.

Im Anschluß an die eben angeführten Versuche bei Lupus sei noch über weitere Hauterkrankungen berichtet, bei welchen die Wirkung des Uviollichtes ebenfalls erprobt wurde. Zur Behandlung kamen: Ulcera cruris, chronische Ekzeme, Lupus erythematosus, Psoriasis, Herpes tonsurans, Acne vulgaris und Alopecia areata.

Von diesen seien **Lupus erythematosus** des Gesichtes (1 Fall) und **Herpes tonsurans** (2 Fälle) nur ganz kurz erwähnt, da hier ziemlich häufige Bestrahlungen ein vollständig negatives Resultat ergaben. Ebenso gelang es mir nicht, bei **Acne vulgaris faciei** eine Heilung oder andauernde Besserung zu erreichen. Ein günstigerer Einfluß des Lichtes konnte dagegen bei den übrigen Krankheiten konstatiert werden.

Was das **Ulcus cruris** anlangt, so wurde gerade dieses Leiden, welches gewiß mit Recht häufig als „crux medicorum" bezeichnet wird, von Axmann als ein für die Uviolbelichtung ganz besonders geeignetes Objekt erwähnt. Nach seinen Mitteilungen konnte er hier überraschend günstige und schnelle Heilerfolge beobachten, und Aßfalg wie Strauß stimmen seiner Ansicht bei. Auch die in der medizinischen Klinik behandelten Fälle lassen den Schluß zu, daß das Uviollicht berufen ist, in der Therapie der Unterschenkelgeschwüre eine hervorragende Stelle einzunehmen. Der günstige Einfluß der ultravioletten Strahlen macht sich meist schon nach den ersten Belichtungen geltend, indem der schmierige Belag des Geschwürsgrundes rasch verschwindet und die schlaffen, mißfarbenen Granulationen

ein frisches, hell-dunkelrotes Aussehen annehmen. Wenige Tage später macht sich dann eine deutliche Abflachung der Geschwüre sowie eine von der Peripherie zentralwärts rasch fortschreitende Epithelisierung bemerkbar. Aus einer größeren Zahl behandelter Fälle seien nur zwei herausgegriffen, welche zweifellos einen überaus günstigen Einfluß der ultravioletten Strahlen anderen Behandlungsmethoden gegenüber erkennen lassen.

Bei einer 24jährigen Frau, welche seit ihrer I. Gravidität an hochgradigen Varicen leidet, bestanden seit einem Jahre Unterschenkelgeschwüre, welche nicht zur Heilung gebracht werden konnten, obwohl Patientin sich andauernd in ärztlicher Behandlung befand. Bei ihrem Eintritt in die Klinik fanden sich am linken Unterschenkel die Venen stark erweitert und geschlängelt und im unteren Drittel desselben in dessen ganzer Zirkumferenz zahlreiche torpide, mit schmierigem Belag bedeckte Geschwüre von Erbsen- bis über Markstückgröße. So konnten 10 größere und 19 kleinere Geschwüre gezählt werden. Patientin wurde mit Uviollicht bestrahlt, und zwar wurden, um einen Einblick in die Wirkung zu gewinnen, vorerst nur die Geschwüre auf der Innenseite des Unterschenkels belichtet, während die Geschwüre in der Umgebung des Malleolus externus anderen Behandlungsmethoden (Jodoformstreupulver, Salbenbehandlung) unterzogen wurden. Nach 4 Wochen waren sämtliche belichteten Geschwüre vernarbt, während diejenigen auf der Außenseite des Unterschenkels kaum eine Veränderung zeigten. Dann wurden auch letztere bestrahlt, und nach weiteren 4 Wochen konnte Patientin als geheilt entlassen werden. Sämtliche Geschwüre zeigten glatte, feste Narbenbildung. Als die Frau nach Verlauf einiger Monate sich wieder vorstellte, waren keine Geschwüre mehr entstanden.

Der zweite Fall betrifft einen 65 Jahre alten Mann mit einem handflächengroßen Geschwür auf der Innenseite des linken Unterschenkels, mit elephantiastischer Verdickung desselben infolge von jahrelang bestehendem, chronischem Ekzem. Patient konnte zu klinischer Behandlung nicht überredet werden und wurde einige Monate lang ambulatorisch behandelt, ohne daß es aber während dieser Zeit gelungen wäre, irgendwelche Fortschritte zu erzielen. Es bestand durchaus keine Tendenz zur Heilung des Geschwürs. Es wurde dann zur Bestrahlung mit Uviollicht geschritten, und bereits nach viermaliger Belichtung bot sich ein ganz verändertes Bild. Auf der bisher torpiden Geschwürsfläche wucherte lebhaft frisches, rotes Granulationsgewebe, und in verhältnismäßig ganz kurzer Zeit (5 Wochen) war das Geschwür vollständig vernarbt. Zugleich zeigte sich auch ein deutlich ausgeprägter günstiger Einfluß auf das chronische Ekzem.

Freilich ist der Erfolg nicht immer so eklatant ausgeprägt, und wenn derselbe auch fast durchwegs als recht befriedigend bezeichnet werden kann, so verzögerte sich doch manchmal der

Heilverlauf ziemlich beträchtlich. Ja in einzelnen Fällen versagte die Uviollichttherapie ebenso als andere zur Anwendung gelangende Behandlungsmethoden. Immerhin darf aber wohl mit voller Berechtigung behauptet werden, daß die Uviollampe infolge ihrer Fähigkeit, in kürzester Zeit ganz torpide Geschwürsflächen zu lebhafter frischer Granulationsbildung anzuregen, die in der Therapie der Unterschenkelgeschwüre bisher gebräuchlichen Heilmittel weit an Wirksamkeit übertrifft.

Auch in der Behandlung der **Ekzeme** läßt sich das Uviollicht unstreitig mit gutem Erfolg verwenden, und dürften vor allem hierbei chronische Ekzeme in Betracht kommen. So konnte ich recht günstige Beeinflussung und Heilung bei chronischem seborrhoischen Ekzem des Kopfes und Gesichtes konstatieren, ebenso auch bei chronischen Unterschenkelekzemen. Bei letzteren wurde einige Male das rasche Verschwinden lästigen Juckreizes besonders angenehm empfunden. Jedoch bedurften diese Ekzeme bis zur vollständigen Heilung immerhin ziemlich häufiger (12—20) Bestrahlungen, wodurch die Behandlung für Arzt und Patienten etwas umständlich und wohl auch ziemlich kostspielig wird. Überhaupt sollte m. E. die Lichtbehandlung beim Ekzem nur in ganz hartnäckigen Formen in Frage kommen, in denen es uns nicht gelingt, durch Applikation geeigneter Mittel auf die Haut Heilung zu erzielen. Für solche Fälle aber haben wir jetzt allem Anscheine nach in dem Uviollicht einen recht brauchbaren Ersatz für die Röntgenstrahlen bekommen.

Die bei **Psoriasis** angestellten Versuche ergeben, daß nach durchschnittlich 15 Bestrahlungen von etwa einer Stunde Dauer kleinere Effloreszenzen wie auch große Plaques zum vollständigen Verschwinden gebracht werden können. Jedoch wird bei dieser Erkrankung das Uviollicht auch nur in sehr beschränktem Maße Anwendung finden können, da bei der häufigen Ausbreitung des Krankheitsprozesses auf den ganzen Körper eine Behandlung überhaupt kaum durchführbar wäre und auch Rezidive, wie die Beobachtung eines Falles ergab, sehr rasch wieder auftreten können. Eigentlich kommen nur Fälle in Betracht, in welchen die Psoriasis auf die Stirne und die übrigen Gesichtspartien übergreift, und in welchen eine aussichtsreiche Lichtbehandlung einer medikamentösen gewiß vorzuziehen ist.

Das geeignetste und dankbarste Gebiet für eine Uviol-

lichtbehandlung dürften jedoch die Fälle von **Alopecia areata** abgeben, und glaube ich kaum, daß die wirklich ausgezeichneten Erfolge bei dieser Krankheit durch andere Methoden so rasch und sicher erzielt werden können. Von fünf behandelten Fällen konnten einer bedeutend gebessert und drei geheilt werden, darunter ein Fall mit einer zweimarkstückgroßen kahlen Stelle am Hinterhaupt bereits nach acht Bestrahlungen. Besonders zu erwähnen wäre auch noch eine seit einem Jahr bestehende totale Alopezie des Kopfes, bei welcher die Anwendung zahlreicher Mittel vorher ganz resultatlos geblieben war. Bereits nach fünf Sitzungen zeigte sich reichlicher Flaum, und nach 25 im Verlaufe von drei Monaten vorgenommenen Bestrahlungen war der Kopf mit dicht stehenden und festhaftenden weißen Haaren von 1—1½ cm Länge bedeckt.

Aus den vorliegenden Untersuchungen dürfen wir entnehmen, daß wir in der Uviollampe eine Lichtquelle von schätzenswerten therapeutischen Eigenschaften besitzen, so weit nur Erzielung einer oberflächlichen Reizwirkung in Betracht kommt. Da derselben aber jegliche Tiefenwirkung fehlt, ist die Ausnützung ihrer öfters bereits erwähnten Vorzüge bis jetzt leider nur in beschränktem Maße möglich, und kann von ihr als einem Ersatz der Finsenlampe natürlich keine Rede sein. Jedoch lassen die bisher erzielten, teilweise recht günstigen Resultate erwarten, daß die Uviollampe für immer einen hervorragenden Platz in der Phototherapie einnehmen wird, und wäre nur zu wünschen, daß es mit der Zeit noch gelingt, den großen Reichtum ultravioletten Lichtes durch Steigerung der Penetrationsfähigkeit seiner Strahlen weiteren dermatologischen Zwecken nutzbar machen zu können.

Literatur.

E. Gottstein, Über therapeutische Erfahrungen mit einer neuen Quecksilberlampe: „Uviollampe" von Schott. Zeitschr. f. physikal. und diätet. Therapie 1905|06, Bd. IX.

H. Axmann, Lichtbehandlung mittels bestimmter Strahlengruppen. Deutsche mediz. Wochenschr. 1905, Nr. 22.

—, Wundbehandlung mittels ultravioletten Lichtes. Münch. mediz. Wochenschr. 1905, Nr. 36.

—, Die Uviolquecksilberbogenlampe und Lichtbehandlung mittels ultravioletter Strahlen. Mediz. Klinik 1906, Nr. 4.

H. Axmann, Einiges zur Technik der Uviolbehandlung. Zeitschr. f. physikal. und diätet. Therapie 1906.

—, Weitere Erfahrungen über die Uviolbehandlung sowie einen neuen Apparat zur Bestrahlung des ganzen Körpers mittels ultravioletten Lichtes (Uviolbad). Deutsche mediz. Wochenschr. 1906, Nr. 15.

Aßfalg, Über Behandlung mit Quecksilberlicht. Münch. mediz. Wochenschrift 1906, Nr. 41.

A. Strauß, Resultate der Uviollichtbehandlung bei Hautkrankheiten. Dermatolog. Zeitschr., November 1906.

H. Meyer, Einige Erfahrungen mit der Uviolquecksilberlampe. Mediz. Klinik 1906, Nr. 38.

K. Stern, Über die Wirkung des Uviollichtes auf die Haut und dessen therapeutische Verwendung in der Dermatologie. Münch. med. Wochenschr. 1907, Nr. 7.

Studien über die Verbindungen und das Atomgewicht des Palladiums.

Von Martin Woernle.

Aus dem chemischen Laboratorium der Universität Erlangen.

Einleitung.

Im Jahre 1803 entdeckte Wollaston[1]) im brasilianischen Platinerze ein neues Element, welches er nach dem 1802 aufgefundenen Planetoïden Pallas „Palladium" benannte, und dessen elementare Natur er[2]) wie auch Val. Rose und Gehlen[3]) und Trommsdorff[4]) erfolgreich gegen die Behauptung von Chevenix[5]), daß das Palladium nichts anderes als eine „Verbindung von Platin und Quecksilber" darstelle, beweisen konnte.

Wie alle Begleiter des Platins kommt auch das Palladium in der Natur ziemlich selten vor; außer in sämtlichen Platinerzen, die einen Gehalt bis zu 0,2 % Palladium aufweisen[6]), ist es von Wollaston[7]) gediegen in einzelnen Körnern, gemengt mit demjenigen des brasilianischen Platinerzes, von

---

[1]) Wollaston. Phil. Transact. **1804**, 419; A. Gehl **5**, 175.

[2]) Wollaston. Phil. Transact. **1805**, 316; N. Gehl **1**, 231.

[3]) Val. Rose und Gehlen. N. Gehl **1**, 529.

[4]) Trommsdorff. N. Gehl **2**, 238.

[5]) Chevenix. Phil. Transact. **1805**, 4; N. Gehl **1**, 174.

[6]) Siehe die Analysen von Berzelius, Sv. Vet. Akad. Handl. **1828**, 113; Osann, Pogg. Ann. **8** [1826], 505, **9** [1827], 411, **13** [1828], 283, **14** [1828], 329 und **15** [1829], 158; Swanberg, Lieb. Ann. **96** [1855], 243; H. Sainte-Claire-Deville und H. Debray, Ann. Chim. Phys. [3] **56** [1859], 449; Kromeyer, Arch. Pharm. [2] **110** [1862], 14; Claus, Beiträge zur Chemie der Platinmetalle. Dorpat 1854 und Bleckerode, Pogg. Ann. **103** [1858], 656.

[7]) Wollaston. Phil. Transact. **1809**, I, 89; Gilb. **36** [1810], 303.

Bennecke, Rienecker und Zincken[1]) sowie von G. Rose[2]) mit Gold und Bleiselenid gemengt zu Tilkerode am Harz, von Cloud[3]) und Johnson und Lampadius[4]) in Verbindung mit Gold in einem mit Eisenglanz gemengten Goldsande von Zacotinga und Condonga in Brasilien und von Berzelius[5]) in Verbindung mit wenig Silber und viel Gold in dem „Oropudre" genannten Erze aus der Capitania Porpez in Südamerika gefunden worden; außerdem enthält das meiste Blicksilber kleine Mengen von Palladium[6]).

Technisch gewonnen und dargestellt wird das Palladium aus den Platinerzen und auch aus dem kalifornischen und dem brasilianischen Golde unter Verwendung eines der verschiedenen beschriebenen Verfahren[7]); zur Reinigung des so gewonnenen Rohpalladiums sind ebenfalls mehrere Methoden bekannt.

Es ist wohl begreiflich, daß eine genaue Kenntnis von den chemischen Eigenschaften der das Platin begleitenden edlen Metalle heute noch nicht in der wünschenswerten Weise vorhanden ist; jeder, der einmal versucht hat, aus einem Platinerze die einzelnen Metalle in reinem Zustand abzuscheiden, wird aber mit Bewunderung auf die älteren Forscher zurückblicken, welche ohne die modernen Hilfsmittel die charakteristischen Eigenschaften und Reaktionen der Platinmetalle für alle Zeiten festgelegt haben!

Seitdem in dem letzten Jahrzehnt jährlich viele Zentner von Platinerz verarbeitet wurden, gewinnt man auch die Be-

---

1) Bennecke, Rienecker und Zincken. Pogg. Ann. **16** [1829], 491.

2) G. Rose. Pogg. Ann. **55** [1842], 329.

3) Cloud. Gilb. **36** [1810], 310.

4) Johnson und Lampadius. J. prakt. Chemie **11** [1837], 309.

5) Berzelius. Pogg. Ann. **35** [1835], 514.

6) Rößler. Liebigs Ann. **180** [1876], 240.

7) Vgl. Wollaston, Phil. Transact. **1804**, 419; **1805**, 316 und **1809**, I, 89; Claus, Beiträge zur Chemie der Platinmetalle. Dorpat 1854; Berzelius, Pogg. Ann. **13** [1828], 451; Cloud, Gilb. **36** [1810], 310; Vauquelin, Ann. Chim. Phys. **88** [1813], 167; R. W. Bunsen, Lieb. Ann. **146** [168], 265; Johnson, J. prakt. Chem. **11** [1837], 309; Cock, Phil. Mag. **23**, 16; von Schneider, Lieb. Ann. Suppl. **5** [1867], 264; Rößler, Zeitschr. Chemie 1866, 175, Z. anal. Chem. **5** [1866], 403; Wilm, Ber. deutsch. chem. Ges. **13** [1880], 1198, **14** [1881], 629 und **15** [1882], 24 und Opticus, Dingl. pol. J. **244** [1877], 414.

gleiter des Platins und unter ihnen das Palladium in viel größerer Menge, als es früher der Fall war.

Noch im Jahre 1898 konnten F. Mylius und R. Dietz[1]) aber mit Recht sagen, daß die Verwendung der Platinmetalle zu wissenschaftlichen Untersuchungen wesentlich durch die Unreinheit der käuflichen Präparate erschwert sei; heute ist dies anders geworden: ein für Herrn Privatdozenten Dr. A. Gutbier von Herrn W. C. Heräus in Hanau in großer Menge dargestelltes Präparat von chemisch reinem Palladium, das zu der vorliegenden Untersuchung verwendet wurde, zeigt, daß die deutsche Industrie allen Ansprüchen gerecht werden kann!

Analysenmethoden.

Zur quantitativen Bestimmung des Palladiums habe ich, da es für vorliegende Untersuchungen darauf ankam, eine bei leichter Ausführbarkeit mit geringen Fehlergrenzen ausgezeichnete Bestimmungsart zu verwenden, nach eingehender, vergleichender Prüfung der zahlreichen[2]) beschriebenen Verfahren[3]) die von A. Gutbier mit C. Trenkner[4]) und F. Ransohoff[5]) gelegentlich einer Untersuchung über das Ruthenium ausgearbeitete Methode benutzt.

Demgemäß verfuhr ich, wie folgt:

Bei der Analyse der organischen Doppelsalze und Palladosamminderivate wurde die in ein Schiffchen abgewogene Analysensubstanz in ein reines, trockenes Verbrennungsrohr gebracht und im Wasserstoffstrom[7]) bis zur vollständigen Zer-

---

[1]) F. Mylius und R. Dietz. Ber. deutsch. chem. Ges. 31 [1898], 3187.

[2]) Vgl. hierin die Übersicht bei A. Classen, Ausgewählte Methoden der analyt. Chemie (Braunschweig 1907), I, 266; ferner Edgar Smith und Harry F. Keller, American Chem. J. 12 [1890], 214; Michael Trenkel, Z. anorg. Chem. 1 [1892], 217; P. Jannasch und W. Bettges, Ber. 37 [1904], 2210 und H. Erdmann und O. Makowka, Ber. 37 [1904], 2694.

[3]) Siehe hierzu meine Bemerkungen bei der Atomgewichtsbestimmung.

[4]) A. Gutbier und C. Trenkner. Z. anorg. Chem. 45 [1905], 166.

[5]) A. Gutbier und F. Ransohoff. Z. anorg. Chem. 45 [1905], 243.

[7]) Der Wasserstoff wurde immer aus chemisch reinem, platiniertem Zink mit dest. Schwefelsäure entwickelt und durch Kaliumpermanganat, Silbernitrat und konzentrierte Schwefelsäure geleitet.

setzung erhitzt[1]); nach dem Erkalten nimmt man das Schiffchen aus der Röhre heraus und erhitzt es zur Verbrennung des das Palladium verunreinigenden Kohlenstoffs über einem großen Teclubrenner. Ist der Kohlenstoff vollständig verbrannt, so zeigt das Palladium beim Einbringen in die Reduktionsflamme eine gleichmäßig silberglänzende oder mattgraue Farbe; schließlich erhitzt man nochmals im Wasserstoffstrome und läßt darin erkalten.

I. Teil.

Über Halogenosalze des Palladiums und Derivate des Palladosammins.

A. Gutbier[2]) hatte gelegentlich seiner ausgedehnten Untersuchungen über Platinmetalle gefunden, daß bei der Einwirkung einer geringen Menge eines Halogenhydrates des Anilins, der Toluidine und des Xylidins auf überschüssiges Palladohalogenid Halogenosalze entstehen; bei Umkehrung der Reaktion resultieren jedoch Palladosamminderivate, welche naturgemäß auch bei der Einwirkung der Base selbst auf die Pallodohalogenidlösung erhalten werden.

Da nun infolge der so überaus wertvollen und interessanten Arbeiten Alfred Werners, die ihn zur Aufstellung der Lehre über die Koordination geführt haben, die Halogenosalze und Amminderivate im Vordergrund des Interesses stehen, hatte A. Gutbier die oben kurz gekennzeichnete Reaktion in Gemeinschaft mit A. Krell[3]) weiter verfolgt und an verschiedenen typischen Aminen untersucht.

Bei diesen Versuchen hat sich nun gezeigt, daß bei aromatischen Aminen der Verlauf der Reaktion ein anderer ist, wenn dieselben in der Seitenkette alkyliert sind. Es entstehen in diesem Falle sehr schön kristallisierende, hellgefärbte Palladosamminderivate, die im Überschusse der Base unlöslich sind,

[1]) Es empfiehlt sich, das Erhitzen der Präparate sehr langsam und vorsichtig vorzunehmen, um Verlusten, welche sonst leicht eintreten, vorzubeugen.

[2]) Berichte 38, 21 [1907].

[3]) Siehe dessen Dissertation.

aber aus großen Mengen verdünnten Alkohols sehr schön auskristallisieren. Diese Produkte lassen sich erhalten:

1, durch Einwirkung einer alkoholischen Lösung der entsprechenden Base auf neutrale, wässerige Lösungen von Chloro- und Bromopalladiten,

2. durch Erhitzen der wässerigen Lösungen der von überschüssiger Säure durch Auswaschen mit Wasser befreiten Doppelsalze,

3. dadurch, daß man auf eine überschüssige Menge der in Alkohol gelösten Base geringe Mengen der Palladohalogenidlösung einwirken läßt.

Ganz besonders interessante und merkwürdige Resultate zeitigten die Versuche, Phenylendiaminderivate des Palladosammins darzustellen; hierbei zeigte sich nämlich, daß o-Phenylendiaminchlorhydrat und ebenso das entsprechende Bromhydrat unbedingt unter Bildung der Palladosamminderivate reagieren. Diese Aminderivate sind äußerst beständig und lassen sich sogar, ohne ihre Zusammensetzung zu ändern, aus der entsprechenden verdünnten Halogenwasserstoffsäure umkristallisieren, eine Eigenschaft, die bisher in keinem anderen Falle wieder beobachtet wurde.

Fernerhin erschien es interessant, zu wissen, wie sich Palladohalogenide gegen Benzylamin, Dibenzylamin, Pyridin, α-Picolin und Chinolin verhalten. Bei dem Versuch, die hierher gehörigen Palladosamminderviate der letzteren Basen nach der oben beschriebenen Weise darzustellen, zeigte sich jedoch eine gänzlich neue Tatsache. — Wie ein aliphatisches Amin bezw. wie Ammoniak selbst zeigte sich Benzylamin in seinem Verhalten gegen neutrale, wässerige Chloro- und Bromopalladitlösungen. Zuerst entstand ein schwach rötlicher Niederschlag, der die Eigenschaft besaß, sich im Überschuß des Benzylamins zu einer farblosen Flüssigkeit zu lösen; aus dieser Lösung fällt das gewünschte Palladosamminderivat durch die entsprechende Halogenwasserstoffsäure aus.

Das Dibenzylamin glich in seinem Verhalten den alkylierten Anilinen; das Palladosamminderviat entstand nicht nur direkt durch Einwirkung der Base auf Chloro- und Bromopalladitlösung, sondern auch bei dem Zusammenbringen einer geringen Menge der Palladitlösung mit überschüssigem Dibenzylamin.

Auch diese Produkte lassen sich aus Alkohol bequem umkristallisieren.

Pyridin und Picolin bilden beim Vermischen mit Palladohalogenidlösung gelbgefärbte Niederschläge, die sich in überschüssiger Base zu einer farblosen Flüssigkeit lösen und aus einer solchen Lösung unverändert abgeschieden werden können. Vergebens war der Versuch, den von A. Rosenheim und Th. A. Maas bei der Einwirkung von Pyridin auf Pallado-chlorid erhaltenen, himbeerrotgefärbten Niederschlag zu gewinnen, den obige Forscher als eine dem Vauquelinsalze entsprechende Pyridinverbindung beschreiben. Beim Pyridin wie beim α-Picolin resultieren gelbgefärbte Salze, die nie mit dem Vauquelinschen Salze verglichen werden können. Es scheint, als ob beide Basen sofort Palladosamminderivate liefern.

Auch Chinolin verhält sich gegen Palladohalogenide wie die beiden letztgenannten Basen, indem sich auch hier direkt Palladosamminderivate bilden, die äußerst schwer löslich sind.

Hand in Hand mit der Untersuchung der Palladosamminderivate ging das Studium der Doppelsalze der Palladohalogenide mit den Halogenhydraten organischer Basen. Die Doppelsalze der Palladohalogenide mit den aliphatischen Aminen, welche durch Einengen der gemischten Lösungen als prächtig kristallisierende, schön gefärbte Substanzen erhalten werden, sind gegen Wasser völlig unempfindlich. Die zuerst aus verdünnter Halogenwasserstoffsäure umkristallisierten Doppelsalze lassen sich nach Entfernung der überschüssigen Säure nach Belieben oft aus Wasser umkristallisieren, ohne daß irgendwelche hydrolytische Spaltung zu bemerken gewesen wäre.

Die alkylierten Aniline besitzen in hohem Maße die Eigenschaft, Doppelsalze[1]) zu bilden. Die aus verdünntem Alkohol sowie aus den diesbezüglichen Halogenwasserstoffsäuren prächtig kristallisierenden Salze entstehen nicht nur durch Aufeinanderwirkung der beiden Komponenten in beliebiger Reihenfolge, sondern auch dann, wenn die freie Base oder eine alkoholische Lösung derselben auf die Palladohalogenide einwirkt. Diese Doppelsalze sind nicht gerade sehr beständig; sie spalten schon

---

[1]) Doppelsalze mit Dimethylanilin konnten bis jetzt noch nicht erhalten werden.

beim Umkristallisieren aus Wasser 2 Moleküle Halogenwasserstoffsäure ab und gehen in die entsprechenden Palladosamminderivate über. Aus m-Phenylendiaminchlorhydrat wie aus p-Phenylendiaminchlor- und bromhydrat entstehen unter allen Bedingungen mit den Palladohalogeniden Doppelsalze. Benzylamin und Dibenzylamin geben mit Palladohalogeniden ähnliche Reaktionen, wie wir sie bei den alkylierten Anilinen trafen; es herrscht hier eine starke Neigung zur Bildung von Doppelsalzen. Man erhält daher diese Produkte auch im Gegensatz zu den bei den kernsubstituierten Aminen gemachten Beobachtungen, wenn die Palladohalogenide mit Halogenhydraten der beiden Basen reagieren. Aus verdünntem Alkohol und aus den betreffenden Halogenwasserstoffsäuren kristallisieren diese Doppelsalze ohne Zersetzung in außerordentlich schönen Kristallen.

Was nun das Verhalten der einfachen Amine der Fettreihe Palladohalogenid gegenüber anbetrifft, so gleichen sie in ihren Reaktionen genau denen des Ammoniaks, indem sie eben Derivate des Vauquelin'schen Salzes bilden. Man ließ zu diesem Zwecke so viel von der Base zu der Palladohalogenidlösung tropfen, bis letztere beinahe verbraucht war, und war nun imstande nachzuweisen, daß die so erhaltenen rosenrot gefärbten Produkte der allgemeinen Formel $Pd[R \cdot NH_2]_4X_2 \cdot PdX_2$ entsprechen, denn sie ließen sich 1. durch Erhitzen auf ca. 200°, 2. beim Einengen ihrer wässerigen Lösungen und 3. dadurch, daß man die Präparate in überschüssiger Base unter schwachem Erwärmen löste und die Lösung entweder konzentrierte oder mit der entsprechenden Halogenwasserstoffsäure versetzte, in Palladosamminderivate überführen.

Auf diese Weise lassen sich direkt die Bromide und die Chloride in schön gefärbten Kristallen darstellen, von denen die ersteren dunkel- und die letzteren hellgelb gefärbt sind.

Bei den Versuchen, aus diesen Abkömmlingen des Palladochlorids und -bromids durch Schütteln mit feuchtem Silberoxyd die freien Palladiumbasen selbst darzustellen, bekommt man gelb gefärbte Flüssigkeiten, aus denen die Basen zwar nicht in analysenreinem Zustand isoliert werden können, in denen sie aber sicher vorhanden sind. Die Lösungen, welche stark alkalisch reagieren, entwickeln beim Erwärmen mit Ammonium-

salzen Ammoniak und sind zur Salzbildung sehr befähigt. Auf Zusatz von Chlor-, Brom- und Jodwasserstoffsäure scheiden sich die entsprechenden Palladosamminderivate ab, und so ließen sich auf diesem Wege auch die Jodide in Gestalt bräunlichgelb gefärbter Kristalle gewinnen.

Im Anschluß an diese Untersuchungen beauftragte mich Herr Privatdozent Dr. A. Gutbier zunächst das Verhalten des Äthylen- und Propylendiamins gegen Palladohalogenide zu studieren. Bei diesen Untersuchungen konnten wir die Beobachtungen von N. S. Kurnakow und N. J. Gwosdarew, welche über die Einwirkung von Äthylendiamin auf das Chloropalladit des Kaliums berichtet haben, nicht nur bestätigen, sondern auch erweitern. Die beiden genannten Forscher fanden nämlich, daß bei dieser Reaktion zuerst ein schwach rosa gefärbter Niederschlag, nämlich $Pd[C_2H_4(NH_2)_2]_2Cl_2PdCl_2$ entsteht, der im Überschuß von Äthylendiamin löslich ist und dabei eine schwach gelb gefärbte Flüssigkeit liefert; diese letztere scheidet beim Verdampfen farblose, prismatische Kristalle von der Zusammensetzung $Pd[C_2H_4(NH_2)_2]_2Cl_2$ ab.

Wir ließen zu der Lösung eines Palladohalogenids oder Halogenopalladits die wässerige Lösung der genannten Basen vorsichtig zutropfen und erhielten rosarot bis fleischrot gefärbte Niederschläge, welche sich auf Grund aller ihrer Reaktionen als Derivate des Vauquelin'schen Salzes erwiesen und feine, verfilzte Nädelchen darstellten. Die Präparate wurden zuerst mit der entsprechenden verdünnten Halogenwasserstoffsäure, dann mit kaltem Wasser gewaschen.

Im Überschuß der Base lösen sich diese Produkte, besonders leicht beim vorsichtigen Erwärmen, zu schwach gelbgefärbten Flüssigkeiten auf, aus welchen die entsprechende verdünnte Halogenwasserstoffsäure bei gewöhnlicher Temperatur zarte, gelb gefärbte Nadeln der Palladosamminderivate abscheidet. Die gleichen Produkte entstehen, wie wir das bei andern Aminen so oft schon beobachtet haben, wenn man die weiter unten beschriebenen Doppelsalze der Palladohalogenide in wässriger Lösung stehen läßt oder erhitzt, und werden natürlich auch erhalten, wenn man die durch Schütteln des Chlorides oder Bromides mit feuchtem Silberoxyd in Freiheit gesetzten

Palladiumbasen[1]) in der Kälte mit der entsprechenden verdünnten Halogenwasserstoffsäure versetzt; auf letzterem Wege werden die Jodide rein gewonnen.

Die Präparate — die Chloride sind hellgelb, die Bromide dunkelgelb und die Jodide bräunlich- bezw. grünlichgelb gefärbt — wurden zunächst mit verdünnter Halogenwasserstoffsäure, dann mit kaltem Wasser gewaschen und lufttrocken analysiert.

Besonders bemerkenswert und charakteristisch ist das Verhalten dieser Palladosamminderivate gegen konzentrierte Halogenwasserstoffsäuren, in welchen sie sich leicht zu tief gefärbten Flüssigkeiten auflösen; aus diesen Lösungen kristallisieren beim Erkalten die Doppelsalze[2]) aus, welche natürlich auch beim Vermischen der gelösten Komponenten erhalten werden.

Diese Doppelsalze sind in Alkohol recht schwer löslich und werden von Wasser in der oben geschilderten Weise zersetzt; wir kristallisierten die Salze aus der entsprechenden verdünnten Halogenwasserstoffsäure um und analysierten sie im lufttrockenen Zustand.

Außer der Leichtzersetzbarkeit durch Wasser zeigen die soeben beschriebenen Produkte noch eine interessante und charakteristische Eigenschaft insofern, als sie befähigt sind, in saurer Lösung noch 2 Halogenatome zu addieren und somit in Derivate des vierwertigen Palladiums übergehen; man braucht nur die konzentrierten Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur mit dem betreffenden Halogen zu sättigen, um eine reichliche Abscheidung der neuen prächtig gefärbten Produkte zu erzielen.

Die Salze sind luftbeständig, im kalten Wasser schwer und nur unter Zersetzung nach und nach löslich, während sie von

---

[1]) Die freien Palladiumbasen selbst lassen sich nicht isolieren; ihre Lösungen sind gelb gefärbt, reagieren stark alkalisch und entwickeln beim Erwärmen mit Ammoniumsalzen Ammoniak.

[2]) Mit diesem Verhalten steht auch die Tatsache im Einklang, daß die Palladosamminderivate aus den durch überschüssige Base erzeugten Lösungen der Derivate des Vauquelinschen Salzes nur durch verdünnte Halogenwasserstoffsäure und in der Kälte abgeschieden werden, was bei den früheren von uns beschriebenen Produkten nicht der Fall war; arbeitet man hier mit starken Säuren oder in der Wärme, so erhält man ebenfalls gefärbte Lösungen, aus denen die Doppelsalze auskristallisieren.

heißem Wasser fast spontan unter Entbindung des Halogens zerlegt werden; durch wässriges Ammoniak werden sie unter stürmischer Stickstoffentwicklung reduziert. Die Analysen wurden wiederum mit lufttrockener Sustanz vorgenommen.

Die Tatsache, daß zahlreiche Doppelsalze der Palladohalogenide mit den Halogenhydraten aromatischer Basen[1]) unter der Einwirkung von Wasser eine eigentümliche Reaktion[2]) erleiden, nämlich unter Abspaltung von 2 Molekülen Halogenwasserstoff in Palladosamminderivate überzugehen, hat uns veranlaßt, auch noch die Pyridinium-, α-Picolinium- und Chinolinium-Tetrahalogenopalladoate darzustellen und auf ihr Verhalten gegen Wasser zu prüfen.

Die gewünschten Halogenosalze konnten in der früher beschriebenen Weise[3]) leicht erhalten werden; sie wurden als prächtig kristallisierende Substanzen gewonnen, welche in Alkohol recht schwer löslich sind und sich aus der entsprechenden Halogenwasserstoffsäure ohne Zersetzung leicht umkristallisieren lassen; auch in reinem Wasser sind die trockenen Salze löslich, aber die wässrigen Lösungen zersetzen sich bei gewöhnlicher Temperatur nach und nach, beim Erwärmen rasch[4]) und scheiden die von uns schon auf anderen Wegen[5]) dargestellten Palladosamminderivate in Form hellgefärbter, in Wasser außerordentlich schwer löslicher Niederschläge aus.

Somit ist nun festgestellt, daß die sogenannte Andersonsche Reaktion immer beobachtet wird, wenn die Palladohalogenide mit Halogenhydraten von aromatischen Basen oder aliphatischen Diaminen zu Verbindungen höherer Ordnung zu-

---

[1]) A. Gutbier. Berichte 38, 2105 und 2107 [1905]; Zeitschr. f. anorg. Chemie 46, 23 [1905]; A. Gutbier und A. Krell. Ber. 38, 2385 und 3869 [1905]; 39, 616 und 1292 [1906]; Sitzungsberichte der Soz. phys.-med. Erlangen 38, 140 [1906].

[2]) Diese Reaktion ist zuerst von Anderson bei Platinverbindung vom Typus $(C_nH_{2n-5}NH)_2PtCl_6$ beobachtet und später von Alfonso Cossa—Atti R. Acc. Lincei 2, 232 [1893] und (5) 5a, 245 [1897] — als Andersonsche Reaktion bezeichnet worden.

[3]) Berichte 38, 2105 und 2107 [1905].

[4]) Die Geschwindigkeit dieser Reaktion ist, wie vorauszusehen war, von der Konzentration und von der Menge der freiwerdenden Salzsäure abhängig.

[5]) Berichte 39, 616 [1906].

sammengetreten sind, daß sie jedoch nicht auftritt, wenn die Bildung von Halogenpalladoaten durch ein Halogenhydrat von aliphatischen Aminen bewirkt wird[1]).

Die aus den entsprechenden Halogenwasserstoffsäuren umkristallisierten Salze wurden lufttrocken in der schon beschriebenen Weise analysiert[2]).

Kürzlich haben A. Gutbier und A. Krell[3]) gelegentlich einer Untersuchung über Halogenopalladeate auch Bromopalladeate erhalten, deren Existenz nachzuweisen F. Smith und Daniel L. Wallace[4]) früher vergeblich versucht hatten; dann hat R. Möhlau[5]) über höhere Chlorosalze berichtet, von denen wir auch einige dargestellt hatten, ehe diese Abhandlung erschien, und schließlich haben wir zeigen können[6]), daß die Äthylen- und Propylendiammoniumtetrahalogenopalladoate ebenfalls leicht Halogen addieren und in beständige höhere Halogensalze übergehen.

Wir haben nicht allein die oben genannten Halogenosalze, sondern auch die früher dargestellten Doppelsalze der Palladohalogenide mit den Halogenhydraten aliphatischer Basen[7]) in der betreffenden Halogenwasserstoffsäure gelöst der Einwirkung von Chlorgas bezw. Bromdampf ausgesetzt und so wieder prächtig gefärbte, schwer lösliche Niederschläge erhalten[8]).

Die so gewonnenen Halogenopalladeate sind teils vollkommen, teils nur wenig luftbeständig, in kaltem Wasser schwer und nur unter Zersetzung nach und nach löslich, während sie von heißem Wasser fast spontan unter Entbindung des addierten Halogens zerlegt werden; durch wässriges Ammoniak werden sie unter lebhafter Stickstoffentwicklung genau so reduziert

---

[1]) Mit unsern Befunden stimmen auch die Beobachtungen von R. Amberg, Annalen der Chemie 341, 285 [1905], überein.

[2]) Zeitschrift für anorganische Chemie 46, 23 [1905].

[3]) Berichte 38, 2385 [1905].

[4]) Zeitschrift für anorganische Chemie 6, 380 [1894].

[5]) Berichte 39, 861 [1906].

[6]) Berichte 39, 2716 [1906].

[7]) Berichte 39, 1292 [1906].

[8]) Diese bilden sich auch, wenn man die Lösungen der Halogenhydrate der Basen zu den mit Chlor bezw. Brom bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Palladochlorid- bezw. -bromidlösungen hinzufügt, die oben geschilderte Methode dürfte aber wohl vorzuziehen sein.

wie alle anderen Halogenosalze, die A. Gutbier und A. Krell bereits beschrieben haben. Wir analysierten auch diese Präparate im lufttrockenen Zustande.

Experimenteller Teil.

a) Derivate des Vauquelinschen Salzes.

1. Pallado-Di-Äthylendiamin-Chlorid-Palladochlorid.

$Pd[C_2H_4(NH_2)_2]Cl_2PdCl_2$.

0,1384 g Subst.: 0,0622 g Pd. — 0,1208 g Subst.: 0,0544 g Pd. — 0,1520 g Subst.: 0,0684 g Pd.

$Pd_2C_4H_{16}N_4Cl_4$. Ber. Pd 44,83. Gef. Pd. 44,94, 45,03, 45,00.

2. Pallado-Di-Äthylendiamin-Bromid-Palladobromid.

$Pd[C_2H_4(NH_2)_2]_2Br_2 . PdBr_2$.

0,1454 g Subst.: 0,0470 g Pd. — 0,1049 g Subst.: 0,0345 g Pd.

$Pd_2C_4H_{16}N_4Br_4$. Ber. Pd 32,61. Gef. 32,33, 32,89.

3. Pallado-Di-Propylendiamin-Chlorid-Palladochlorid.

$Pd[C_3H_6(NH_2)_2]Cl_2PdCl_2$.

0,1092 g Subst.: 0,0462 g Pd. — 0,1083 g Subst.: 0,0460 g Pd.

$Pd_2C_6H_{20}N_4Cl_4$. Ber. Pd 42,34. Gef. Pd 42,31, 42,48.

4. Pallado-Di-Propylendiamin-Bromid-Palladobromid.

$Pd[C_3H_6(NH_2)_2]Br_2PdBr_2$.

0,0658 g Subst.: 0,0204 g Pd. — 0,0861 g Subst.: 0,0268 g Pd.

$Pd_2C_6H_{20}N_4Br_4$. Ber. Pd. 31,27. Gef. Pd. 31,00, 31,12.

b) Palladosamminderivate.

1. Pallado-Äthylendiamin-Chlorid.

$Pd[C_2H_4(NH_2)_2]Cl_2$.

0,1143 g Subst.: 0,0511 g Pd. — 0,0401 g Subst.: 0,0179 g Pd. — 0,1030 Subst.: 0,0463 Pd. — 0,0988 g Subst.: 0,0441 g Pd. — 0,1200 g Subst.: 0,0540 g Pd. — 0,1192 g Subst.: 0,0534 g Pd.

$PdC_2H_8N_2Cl_2$. Ber. Pd 44,83.

Gef. 44,70, 44,64, 44,95, 44,63, 44,96, 44,80.

2. Pallado-Äthylendiamin-Bromid.

$Pd[C_2H_4(NH_2)_2Br_2$.

0,1079 g Subst.: 0,0359 g Pd. — 0,2420 g Subst.: 0,0788 g Pd. — 0,1262 g Subst.: 0,0415 g Pd. — 0,1328 g Subst.: 0,0438 g Pd.

$PdC_2H_8N_2Br$. Ber. Pd 32,61.

Gef. 33,27, 32,56, 32,88, 32,98.

3. Pallado-Äthylendiamin-Jodid.

$Pd[C_2H_4(NH_2)_2]J_2$.

0,1364 g Subst.: 0,0345 g Pd.
$PdC_2H_8N_2J_2$. Ber. Pd 25,32. Gef. Pd 25,49.

4. Pallado-Propylendiamin-Chlorid.

$Pd[C_3H_6(NH_2)_2]Cl_2$.

0,0555 g Subst.: 0,0235 g Pd. — 0,0937 g Subst.: 0,0394 g Pd. — 0,0418 g Subst.: 0,0176 g Pd. 0,0854 g Subst.: 0,0354 Pd.
$PdC_3H_{10}N_2Cl_2$. Ber. Pd 42,34.
Gef. Pd 42,34, 42,05, 42,11, 41,46.

5. Pallado-Propylendiamin-Bromid.

$Pd[C_3H_6(NH_2)_2]Br_2$.

0,1322 g Subst.: 0,0412 g Pd. — 0,0525 g Subst.: 0,0166 g Pd. — 0,0825 g Subst.: 0,0258 g Pd. — 0,0843 g Subst.: 0,0263 g Pd. — 0,0957 g Subst.: 0,0298 g Pd.
$Pd . C_3H_{10}N_2Br_2$. Ber. Pd 31,27.
Gef. Pd 31,16, 31,62, 31,27, 31,19, 31,13.

6. Pallado-Propylendiamin-Jodid.

$Pd[C_3H_6(NH_2)_2]J_2$.

0,0529 g Subst.: 0,0127 g Pd. — 0,0729 g Subst.: 0,0175 g Pd.
$PdC_3H_{18}N_2J_2$. Ber. Pd 24,50. Gef. Pd 24,01, 24,01.

c) Halogenosalze des zweiwertigen Palladiums.

1. Äthylendiammoniumtetrachloropalladoat.

$PdCl_4[C_2H_4(NH_3)_2]$.

Große, glänzende, braungefärbte Blättchen, die einen violetten Schimmer besitzen.

0,4318 g Subst.: 0,1483 g Pd. — 0,1920 g Subst.: 0,0658 g Pd. — 0,3470 g Subst.: 0,1200 g Pd. — 0,1009 g Subst.: 0,0352 g Pd.
$PdC_2H_{10}N_2Cl_4$. Ber. Pd 34,31. Gef. Pd 34,34, 34,27, 34,58, 34,88.

2. Äthylendiammoniumtetrabromopalladoat.

$PdBr_4[C_2H_4(NH_3)_2]$.

Dichroïtische, braungrüngefärbte Blättchen.

0,1335 g Subst.: 0,0288 g Pd. — 0,0980 g Subst.: 0,0212 g Pd. — 0,2435 g Subst.: 0,0533 g Pd.
$PdC_2H_{10}N_2Br_4$. Ber. Pd 21,80. Gef. Pd 21,57, 21,64, 21,89.

3. Propylendiammoniumtetrachloropalladoat.

$PdCl_4[C_3H_6(NH_3)_2]$.

Hellbraungefärbte, glitzernde Blättchen.

0,1467 g Subst.: 0,0475 g Pd. — 0,1763 g Subst.: 0,0572 g Pd. — 0,1597 g Subst.: 0,0521 g Pd. — 0,1509 g Subst.: 0,0491 g Pd. —
$PdC_3H_{12}N_2Cl_4$. Ber. Pd. 32,82.
Gef. Pd 32,38, 32,44, 32,62, 32,54.

4. Propylendiammoniumtetrabromopalladoat.

$PdBr_4[C_3H_6(NH_3)_2]$.

Rotbraungefärbte, bronzeglänzende Blättchen.

0,1622 g Subst.: 0,0330 g Pd. — 0,2850 g Subst.: 0,0587 g Pd. — 0,2617 g Subst.: 0,0535 g Pd. —
$PdC_3H_{12}N_2Br_4$. Ber. Pd 21,19. Gef. Pd 20,34, 20,60, 20,44.

Halogenosalze des vierwertigen Palladiums.

1. Äthylendiammoniumhexachloropalladeat.

$PdCl_6[C_2H_4 . (NH_3)_2]$.

Karmoisinrote, lebhaft glitzernde Blättchen.

0,1736 g Subst.: 0,0486 g Pd.
$PdC_2H_{10}N_2Cl_6$. Ber. Pd 27,92. Gef. Pd 27,99.

2. Äthylendiammoniumhexabromopalladeat.

$PdCl_6[C_2H_4 . (NH_3)_2]$.

Dunkelgrünschwarze, sehr feine, glänzende Nadeln.

0,2600 g Subst.: 0,0417 g Pd. — 0,2265 g Subst.: 0,0369 g Pd. — 0,0369 g Pd. — 0,2240 g Subst.: 8,9 ccm N (22° 742 mm).
$PdC_2H_{10}N_2Br_6$. Ber. Pd 16,42 N = 4,33.
Gef. Pd 16,04, 16,29. N = 4,48.

3. Propylendiammoniumhexachloropalladeat.

$PdCl_6[C_3H_6 . (NH_3)_2]$.

Lebhaft rot gefärbte, glänzende Blättchen.

0,1318 g Subst.: 0,0357 g Pd. — 0,0951 g Subst.: 0,0259 g Pd. —
$PdC_3H_{12}N_2Cl_6$. Ber. Pd 26,94. Gef. Pd 27,08, 27,23.

4. Propylendiammoniumhexabromopalladeat.

$PdBr_6[C_3H_6(NH_3)_2]$.

Dunkelgrünschwarz gefärbte, glitzernde Nadeln.

0,1999 g Subst.: 0,0326 g Pd. — 0,1873 g Subst.: 0,0304 g Pd.
$PdC_3H_{12}N_2Br_6$. Ber. Pd 16,07. Gef. Pd 16,31, 16,22.

Aromatische Derivate.

Pyridiniumtetrachloropalladoat

$(C_5H_5N.H)_2PdCl_4$

wird, wie alle übrigen zu beschreibenden Palladoate, bei geeigneter Konzentration aus den in Salzsäure gelösten Komponenten sofort, sonst beim Einengen der vermischten Lösungen auf dem Wasserbad als kristallinische Masse erhalten und kristallisiert aus verdünnter Salzsäure in braungelb gefärbten, oft zentimeterlangen Nadeln.

0,3918 g Subst.: 0,1010 g Pd. — 0,3166 g Subst.: 0,0818 g Pd.
$PdCl_4C_{10}H_{12}N_2$. Ber. Pd 26,07. Gef. Pd 25,78, 25,84.

In wässeriger Lösung sich selbst überlassen, oder rascher beim Erwärmen mit Wasser, verwandelt sich das Palladoat in

Pallado-Pyridin-Chlorid

$Pd(C_5H_5N)_2Cl_2$,

das als gelb gefärbter, mikrokristallinischer Niederschlag erhalten und mit etwas Wasser säurefrei gewaschen wurde.

0,1239 g Subst.: 0,0400 g Pd. —
$PdC_{10}H_{10}N_2Cl_2$. Ber. Pd 31,71. Gef. Pd 32,28.

Pyridiniumhexachloropalladeat

$(C_5H_5N.H)_2PdCl_6$,

welches R. Möhlau[1]) kürzlich durch Vermischen einer mit Chlor gesättigten Palladochloridlösung mit Pyridinchlorhydrat erhalten hat, scheidet sich in Form von zinnoberrot gefärbten Prismen ab, wenn man über die kalt gesättigte Lösung des Palladoats in verdünnter Salzsäure einen trockenen Chlorstrom leitet.

0,1740 g Subst.: 0,0390 g Pd. — 0,1590 g Subst.: 0,0359 g Pd. — 0,1305 g Subst.: 0,0291 g Pd.
$PdCl_6H_{12}C_{10}N_2$. Ber. Pd 22,22. Gef. Pd 22,41, 22,57, 22,29.

Pyridiniumtetrabromopalladeat

$(C_5H_5N.H)_2PdBr_4$

kristallisiert aus verdünnter Bromwasserstoffsäure in prächtig rotbraun gefärbten Blättchen.

0,1130 g Subst.: 0,0205 g Pd. — 0,1231 g Subst.: 0,0223 g Pd.
$PdC_{10}H_{12}N_2Br_4$. Ber. Pd. 18,16. Gef. Pd 18,14, 18,11.

Dieses Bromsalz geht unter der Einwirkung von Wasser in

[1]) Diese Berichte 39, 861 [1906].

Pallado-Pyridin-Bromid

$Pd(C_5H_5N)_2Br_2$

über, das wieder als gelbgefärbter, mikrokristallinischer Niederschlag gewonnen wurde.

0,1774 g Subst.: 0,0444 g Pd.
$PdC_{10}H_{10}N_2Br_2$. Ber. Pd 24,99. Gef. 25,02.

Pyridiniumhexabromopalladeat

$(C_5H_5N . H)_2PdBr_6$

entsteht als schwer löslicher, in dunkelbraunschwarz gefärbten Prismen kristallisierender Niederschlag, wenn man auf die kalt gesättigte Lösung des Tetrabromopalladoats in verdünnter Bromwasserstoffsäure vorsichtig Bromdampf einwirken läßt.

0,1355 g Subst.: 0,0193 g Pd. — 0,1398 Subst.: 0,0199 g Pd. — 0,0989 g Subst.: 0,0143 g Pd.
$PdBr_6C_{10}H_{12}N_2$. Ber. Pd 14,26. Gef. Pd 14,24, 14,23, 14,45.

α-Picoliniumtetrachloropalladoat

$(C_5H_4N . CH_3 . H)_2PdCl_4$

wird beim Umkristallisieren aus verdünnter Salzsäure in braungefärbten, meist zu Büscheln vereinigten großen Nadeln gewonnen.

0,1149 g Subst.: 0,0271 g Pd. — 0,1545 g Subst.: 0,0367 g Pd. —
$PdCl_4C_{12}H_{16}N_2$. Ber. Pd 24,40. Gef. 23,58, 23,76.

Das Doppelsalz geht bei Behandlung mit Wasser in

Pallado-α-Picolin-Chlorid

$Pd(C_5H_4N . CH_3)_2Cl_2$

über: gelbgefärbter, aus Alkohol in ebenso gefärbten, zarten Blättchen kristallisierender Niederschlag.

0,1382 g Subst.: 0,0400 g Pd.
$PdC_{12}H_{14}N_2Cl_2$. Ber. Pd 29,29. Gef. Pd 28,94.

α-Picoliniumhexachloropalladeat

$(C_5H_4N . CH_3 . H)_2PdBr_4$

stellt schwer lösliche, prächtig rot gefärbte, prismatische Nadeln dar.

0,1391 g Subst.: 0,0299 g Pd. — 0,1134 g Subst.: 0,0241 g Pd. — 0,1022 g Subst.: 0,0215 g Pd. — 0,2460 g Subst.: 0,0517 g Pd.
$PdCl_6C_{12}H_{16}N_2$. Ber. Pd 20,99. Gef. Pd 21,49, 21,25, 21,03, 21,01.

α-Picoliniumtetrabromapalladoat
$(C_5H_4N.CH_3.H)_2PdCl_6$

kristallisiert aus verdünnter Bromwasserstoffsäure in langen und breiten, schön braun gefärbten Nadeln[1])

0,4789 g Subst.: 0,0814 g Pd. — 0,2160 g Subst.: 0,0369 g Pd. — 0,1868 g Subst.: 0,0317 g Pd. — 0,1428 g Subst.: 0,0248 g Pd. — 0,1980 g Subst.: 0,0354 g Pd. — 0,1396 g Subst.: 0,0244 g Pd.

$Pd.Br_4C_{12}H_{16}N_2$. Ber. Pd 17,33.
Gef. Pd 17,00, 17,08, 16,96, 17,36, 17,87, 17,47.

Auch dieses Bromsalz wird durch Wasser in das entsprechende Palladosamminderivat, in

Pallado-α-Picolin-Bromid
$Pd(C_5H_4.N.CH_3)Br_2$

verwandelt, welches wie früher in Gestalt gelbrot gefärbter Blättchen erhalten wurde.

0,1872 Subst.: 0,0447 g Pd.
$PdC_{12}H_{14}N_2Br_2$. Ber. Pd 23,52. Gef. Pd 23,87.

Chinoliniumtetrachloropalladoat
$(C_9H_7N.H)_2PdCl_4$

scheidet sich als gelblichbraun gefärbter Niederschlag ab, welcher, aus verdünnter Salzsäure umkristallisiert, ebenso gefärbte zarte Nadeln liefert.

0,1283 g Subst.: 0,0273 g Pd. — 0,1400 g Subst.: 0,0298 g Pd. —
$PdCl_4C_{18}H_{16}N_2$. Ber. Pd 20,94. Gef. Pd 21,28, 21,28.

Pallado-Chinolin-Chlorid
$Pd(C_9H_7N)_2Cl_2$

entsteht unter der Einwirkung von Wasser aus dem Chloropalladoate in Form eines gelb gefärbten Niederschlages, den man mit heißem Alkohol, dann mit Äther wusch.

0,1087 g Subst.: 0,0264 g Pd.
$PdC_{18}H_{17}N_2Cl_2$. Ber. Pd 24,45. Gef. 24,29.

Chinoliniumhexachloropalladeat
$(C_9H_7N.H)_2PdCl_6$

bildet mennigrote gefärbte Prismen[2]).

0,1219 g Subst.: 0,0225 g Pd. — 0,0980 g Subst.: 0,0181 g Pd. —
$PdCl_6C_{18}H_{16}N_2$. Ber. Pd 18,38. Gef. Pd 18,45, 18,48.

---

[1]) Das entsprechende Hexabromopalladeat wurde wohl dargestellt, doch konnte es trotz vieler verschiedener Versuche nicht im analysenreinen Zustand isoliert werden.

[2]) Siehe R. Möhlau l. c.

Chinoliniumtetrabromopalladoat

$(C_9H_7N \cdot H)_2PdBr_4$

wird aus verdünnter Bromwasserstoffsäure in breiten, hellrotbraungefärbten Nadeln erhalten[2]).

0,1373 g Subst.: 0,0211 g Pd. — 0,1501 g Subst.: 0,0232 g Pd. — 0,1712 g Subst.: 0,0267 g Pd.

$PdBr_4C_{18}H_{16}N_2$. Ber. Pd 15,51. Gef. Pd 15,37, 15,45, 15,60.

Pallado-Chinolin-Bromid

$Pd(C_9H_7N)_2Br_2$

aus dem Bromosalz durch Erwärmen mit Wasser erhalten, stellt mikrokristallinische, rotbraun gefärbte Blättchen dar.

0,1317 g Subst.: 0,0269 g Pd.

$PdC_{18}H_{14}N_2Br_2$. Ber. Pd 20,29. Gef. Pd 20,42.

Methylammoniumhexachloropalladeat

$(CH_3 \cdot NH_2 \cdot H)_2PdCl_6$

bildet ziegelrot gefärbte Blättchen und Nadeln.

0,1692 g Subst.: 0,0476 g Pd. — 0,1202 g Subst.: 0,0336 g Pd. — 0,1077 g Subst.: 0,0302 g Pd.

$PdCl_6C_2H_{12}N_2$. Ber. Pd 27,78.

Gef. Pd 28,13, 27,95, 28, 04.

Methylammoniumhexabromopalladeat

$(CH_3 \cdot NH_2 \cdot H)_2PdBr_6$

stellt sehr schwer lösliche, grün gefärbte kleine Nadeln dar.

0,2604 g Subst.: 0,0416 g Pd. — 0,2249 g Subst.: 0,0363 g Pd. — 0,1943 g Subst.: 0,0315 g Pd. —

$PdBr_6C_2H_{12}N_2$. Ber. Pd 16,38. Gef. Pd 15,98, 16,14, 16,22.

Äthylammoniumhexabromopalladeat

$(C_2H_5 \cdot NH_2 \cdot H)_2PdBr_6$

bildet zarte, kleine, grünlich gefärbte Nadeln.

0,1974 g Subst.: 0,0301 g Pd. — 0,1030 g Subst.: 0,0164 g Pd. — 0,2406 g Subst.: 0,0384 Pd.

$PdBr_6C_4H_{16}N_2$. Ber. Pd 15,70. Gef. Pd 15,25, 15,92, 15,96.

[1]) Das entsprechende Hexabromopalladeat, in Gestalt schwarzbraun gefärbter Nadeln und Prismen erhalten, ist zu leicht zersetzlich, als daß es hätte analysiert werden können.

Äthylammoniumhexachloropalladeat

$(C_2H_5 . NH_2 . H)PdCl_6$

wird in Form scharlachrot gefärbter Nadeln erhalten.

0,2080 g Subst.: 0,0551 Pd. — 0,1687 g Subst.: 0,0445 g Pd. — 0,0903 g Subst.: 0,0235 g Pd.

$PdCl_6C_4H_{16}N_2$. Ber. Pd 25,90. Gef. Pd 26,49, 26,37, 26,03.

Propylammoniumhexachloropalladeat

$(C_3H_7 . NH_2 . H)_2PdCl_6$

wird in Gestalt von ziegelrot gefärbten Blättchen gewonnen.

0,1356 g Subst.: 0,0328 g Pd. — 0,1204 g Subst.: 0,0291 g Pd. — 0,1804 g Subst.: 0,0438 Pd. —

$PdCl_6C_6H_{20}N_2$. Ber. Pd 24,24. Gef. Pd 24,19, 24,17, 24,28.

Propylammoniumhexabromopalladeat

$(C_3H_7 . NH_2 . H)_2PdBr_6$

stellt dunkelblaugrün gefärbte Blättchen und Nadeln dar.

0,3093 g Subst.: 0,0457 g Pd.

$PdBr_6C_6H_{20}N_2$. Ber. Pd 15,07. Gef. Pd 14,78.

i-Butylammoniumhexachloropalladeat

$(C_4H_9 . NH_2 . H)PdCl_6$

bildet bronzeglänzende Blättchen.

0,1684 g Subst.: 0,0400 g Pd.

$PdCl_6C_8H_{24}N_2$. Ber. Pd 23,32. Gef. Pd 23,75.

i-Butylammoniumhexabromopalladeat

$(C_4H_9 . NH_2 . H)PdBr_6$

wird in Form blauschwarz gefärbter Nadeln abgeschieden.

0,1043 g Subst.: 0,0156 g Pd.

$PdBr_6C_{18}H_{24}N_2$. Ber. Pd 14,50. Gef. Pd 14,95.

II. Teil.

Das Atomgewicht des Palladiums.

Historisches.

Berzelius hat dreimal das Atomgewicht des Palladiums bestimmt; in den Jahren 1813[1]) und 1826[2]) stellte er das Ver-

---

[1]) Königl. Vetensk. Akad. Handb. **1813**, **204**.

[2]) Berzelius. Pogg. Ann. **8** [1826], 180.

hältnis vom Palladium zum Schwefel fest und erhielt dabei die Zahlen 113,8 und 114,3, sowie durch Reduktion des Pallado-chlorides mit Quecksilber den Wert 112,6; im Jahre 1828[1]) ermittelte er den Gehalt des Kaliumtetrachloropalladoats an Metall und Kaliumchlorid und berechnete aus diesen Analysen die Zahl 106,5.

61 Jahre später wurde die erste Wiederbestimmung von E. H. Keiser[2]) ausgeführt, welcher durch Reduktion von Palladosamminchlorid im Wasserstoffstrom und Abkühlen des erhaltenen Palladiums in Luft die Zahl 106,54 erhielt.

Im Jahre 1892 haben dann G. H. Bailey und Thornton Lamb[3]) ebenfalls Palladosamminchlorid zu Metall reduziert und als Mittel der Versuche die Zahl 105,731 gewonnen.

Im gleichen Jahre publizierten Harry F. Keller und F. Smith[4]) eine Arbeit über das Atomgewicht des Palladiums; durch elektrolytische Bestimmung des Palladiumgehaltes im Palladosamminchlorid gelangten sie im Mittel zu der Zahl 107,191.

A. Joly und E. Leidié[5]) elektrolysierten 1893 Kaliumtetrachloropalladoat und erhielten im Mittel von 4 Versuchen den Wert 105,709 als vorläufiges Ergebnis.

Edward H. Keiser und Mary B. Breed[6]) haben im Jahre 1894 das Verhältnis $Pd[NH_3]_2Cl_2 : Pd$ durch Reduktion des Palladosamminchlorids noch einmal festgestellt und im Mittel von fünf Bestimmungen für das Atomgewicht des Palladiums den Wert 106,518 erhalten.

Im Jahre 1899 hat Willett Lepley Hardin[7]) durch Analyse des Pallado-di-Anilin-Chlorids, bezw. -Bromids und des Ammoniumtetrabromopalladoats das Atomgewicht im Mittel von

---

[1]) Berzelius. Pogg. Ann. **13** [1828] 45.

[2]) E. H. Keiser. Amer. Chem. J. **11** [1889] 398 und Chem. News **59** [1889], 262.

[3]) G. H. Bailey und Thornton Lamb. J. chem. Soc. **61** [1892], 745 und Chem. News **66** [1892], 35.

[4]) Harry F. Keller und F. Smith. Amer. Chem. J. **14** [1892], 423.

[5]) A. Joly und E. Leidié. Compt. rend. **116** [1893], 146.

[6]) Edward H. Keiser und Mary B. Breed. Amer. chem. J. **16** [1894], **20**.

[7]) Willett Lepley Hardin. Amer. chem. J. **21** [1899], 943.

16 Versuchen zu 107,014 gefunden. — Schließlich ist zu der Zeit, als wir uns schon mit der vorliegenden Untersuchung beschäftigten, von Richard Amberg[1]) eine Neubestimmung vom Atomgewicht des Palladiums ausgeführt worden, indem Palladosamminchlorid analysiert und das Atomgewicht zu 106,7 ermittelt wurde.

Als arithmetisches Mittel, das aber keinen Anspruch auf Wahrscheinlichkeit besitzt, ergibt sich die Zahl 106,58.

A. Gutbier und A. Krell[2]) haben sich nun in eingehender Weise mit dem Studium über das Atomgewicht des Palladiums beschäftigt; sie gingen von dem Palladosamminchlorid aus, welches sie im Wasserstoffstrom reduzierten und als Metall zur Wägung brachten. Die von ihnen erhaltenen Resultate zeigten eine befriedigende Übereinstimmung untereinander, und der sich aus ihnen ergebene Mittelwert war 106,66. Sie legten jedoch der ersten ihrer 5 Bestimmungen, obwohl dieselbe mit derselben Sorgfalt und Genauigkeit wie die übrigen durchgeführt wurde, eine geringere Gewichtigkeit bei, da sie ihnen nach all den Vorbereitungen und vorbereitenden Analysen doch nur als Vorversuch gelten mußte. — Unter Berücksichtigung dieses Umstandes ergibt sich aus den übrigen Analysen für das Atomgewicht des Palladiums die Zahl 106,72, während unter Berücksichtigung des von Richards für das Atomgewicht des Chlors gefundenen Wertes 35,473 sich für das Palladium die Zahl 106,78 ergibt.

Wie A. Krell, so verwandte auch ich das Palladosamminchlorid zu meinen Untersuchungen, weil dasselbe einerseits leicht von konstanter Zusammensetzung zu erhalten ist und zu seiner Reindarstellung nur wenige leicht im reinsten Zustande zu erhaltende Reagentien benötigt werden; andererseits aber, weil seine Analyse zu den am leichtesten ausführbaren Bestimmungen gehört.

Wie schon oben angeführt, war die Firma W. C. Heräus in der Lage, uns reinstes, eigens zu dem Zwecke einer Atomgewichtsbestimmung hergestelltes Palladium liefern zu können. Über die Art und Weise der Herstellung des Materials läßt

---

[1]) Richard Amberg. Lieb. Ann. 341 [1905], 235.

[2]) Dissertation von A. Krell.

sich nichts Genaues angeben, da die Firma die Reindarstellung der Platinmetalle als Fabrikgeheimnis betrachtet.

Die angewandten Reagentien.

Das Wasser, welches bei meinen Untersuchungen zur Verwendung kam, wurde auf folgende Weise gereinigt. Etwa eine Woche lang ließ man das destillierte Wasser des Laboratoriums in einer zirka 8 Liter enthaltenden Flasche über reinstem Kalke stehen und destillierte es dann in kleinen Portionen aus einer Platinretorte, die mit einem Kühlrohr verbunden war. Selbstverständlich wurde natürlich nur die mittlere Fraktion aufgefangen. Dieses schon ziemlich reine Material wurde dann mit Alkalipermanganat abermals in der oben angeführten Weise der Destillation unterworfen. Dieses Wasser wurde dann unmittelbar vor dem Gebrauch nochmals destilliert. Alle die zur Atomgewichtsbestimmung benützten Glasgeräte sind im hiesigen Laboratorium schon jahrelang zu demselben Zwecke im Gebrauch; ich dämpfte sie zur Vorsicht vor jedesmaliger Benutzung noch mit Wasser aus. Dieses so bereitete Wasser ergab mit den verschiedensten Reagentien nicht die mindeste Reaktion und hinterließ, in größerer Menge verdampft, nicht den geringsten wägbaren Rückstand.

Die zur Verwendung gelangte Salzsäure war folgendermaßen gewonnen worden: Die reinste, konzentrierte, arsenfreie Salzsäure wurde aus einer mit Salzsäure zuvor stundenlang ausgekochten Retorte aus Jenaer Glas destilliert, das mittlere bei 110° übergehende Destillat aufgefangen, und da keine Reaktion auf Eisen oder Arsen eintrat, zum Arbeiten verwendet. Auch diese Säure wurde vor dem Gebrauch nochmals der Destillation unterworfen.

Die von der Firma Merck gelieferte reinste Salpetersäure zeigte als einzige Verunreinigung eine ganz minimale Spur Eisen. Sie wurde, um auch dieses zu entfernen, in kleinen Portionen wie das Wasser aus einer Platinretorte destilliert, wobei nur die mittlere Fraktion Verwendung fand. Dieser Prozeß wurde noch einmal und kurz vor der Verwendung der Säure zum letztenmal wiederholt.

Das zur Verwendung gelangte Ammoniak wurde aus konzen-

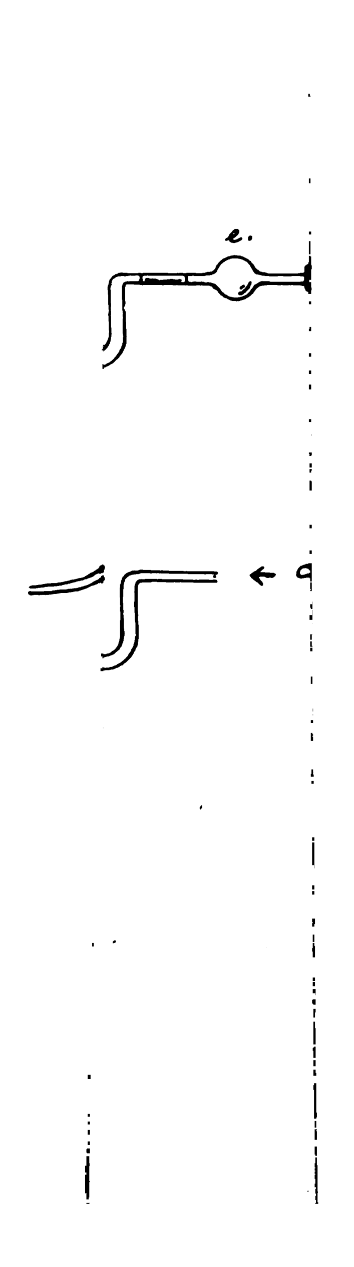
triertem Ammoniak durch Destillation gewonnen. Das aus einer gründlich mit Wasser ausgedämpften Flasche entwickelte Gas wurde durch mehrere Trockenapparate geleitet und in einer vorgelegten Flasche, die reinstes Wasser enthielt, aufgefangen.

Darstellung des Analysenmaterials.

Das Palladium wurde in Salzsäure unter Hinzugeben von möglichst wenig Salpetersäure aufgelöst, und hernach so oft mit reinster Salzsäure abgeraucht, bis die letzten Spuren von Salpetersäure sicher vertrieben waren. Das auf diese Weise gewonnene Palladochlorid wurde in möglichst wenig Salzsäure gelöst, und die klare, filtrierte Lösung mit reinem Ammoniak versetzt. Das zuerst ausfallende Vauquelinsche Salz wurde durch längeres Digeriren auf dem Wasserbade gelb und löste sich dann klar in Ammoniak auf. Dieser Prozeß war übrigens in einer Platinschale vorgenommen worden, wie überhaupt so weit als möglich mit Platingefäßen gearbeitet und eine längere Berührung ammoniakhaltiger Flüssigkeiten mit Glas möglichst vermieden wurde. Durch Übersättigen mit Salzsäure wurde aus der Lösung rein gelb ausfallendes Palladosamminchlorid gewonnen. Die feinen Kristalle wurden durch öfteres Dekantieren mit Wasser möglichst vom Chlorammonium befreit, mittels Saugpumpe auf gereinigte, gehärtete Filter filtriert und dann gründlich mit reinem Wasser ausgewaschen. Dieser Prozeß wurde noch dreimal wiederholt, nur mit dem Unterschied, daß jetzt die ammoniakalische Lösung direkt in reine verdünnte Salzsäure filtriert wurde. Das zuletzt erhaltene Produkt wurde äußerst sorgfältig durch Dekantieren gewaschen, dann auf ein gehärtetes Filter gebracht und, ohne die Saugpumpe zu verwenden, gründlich mit dem reinsten Wasser ausgewaschen.

Die zum Abfiltrieren des Palladosamminchlorids angewendeten gehärteten Filter ließ ich längere Zeit in verdünnter Salzsäure liegen, wusch sie dann quantitativ mit reinstem Wasser und trocknete sie durch Abpressen zwischen reinem Filtrierpapier. Bis zum Gebrauche wurden sie in einem Exikator aufbewahrt.

Das auf diese Weise erhaltene reinste Präparat wurde


e.

mittels eines Platinspatels in eine Platinschale übergeführt, wobei natürlich die am Filter haften gebliebenen Teile nicht berücksichtigt wurden. Die Schale wurde dann in einen mit Schwefelsäure beschickten Exikator gebracht, wo sie über einem Vakuum 3 Tage lang belassen wurde. Darauf wurde sie im Trockenschrank auf 105—110° bis zur Gewichtskonstanz erhitzt, wobei natürlich peinlich darauf geachtet wurde, daß die Temperatur nicht höher stieg.

Das so erhaltene Präparat wurde nun zur Analyse verwendet.

Wage und Gewichte.

Zur Wägung benutzte ich die von Spoerhase gelieferte Wage, welche in den aus diesem Laboratorium erschienenen Abhandlungen von Mehler und von Janssen ausführlich beschrieben worden ist, so daß ich hier nicht des Näheren darauf einzugehen brauche.

Analytische Methoden.

Nachdem ich nun all die notwendigen Vorbereitungen getroffen hatte, und nachdem ich mich mit einem nur einmal umgefällten Material durch mehrere Analysen in die verschiedenen Methoden eingearbeitet hatte, begann ich mit meinen eigentlichen Untersuchungen, und ich berichte über die von mir erhaltenen Resultate, wie folgt:

Es war meine Aufgabe, das Atomgewicht des Palladiums auf elektrolytischem Wege zu bestimmen; bevor ich jedoch mit der Elektrolyse begann, interessierte es mich, zu wissen, welche Resultate ich mit der von A. Gutbier und A. Krell[1]) ausgearbeiteten Methode der Reduktion im Wasserstoffstrom erzielte, und ich prüfte unter genauester Beobachtung der hierfür geltenden Vorschriften dieses Verfahren.

Wir verwendeten den durch die beiliegende Figur anschaulichten Apparat, zu dessen Erläuterung folgendes mitgeteilt sei.

Das im Kippschen Apparat entwickelte Gas passiert die drei Waschflaschen a, b, c und tritt von hier in einen kleinen

---

[1]) Siehe dessen Dissertation.

Verbrennungsofen d. Die darin befindliche Verbrennungsröhre ist mit ausgeglühten Kupferspiralen gefüllt. e stellt eine Kugelröhre dar, die mit Palladiumasbest gefüllt ist, f ein Chlorcalciumrohr, das mit dem folgenden Röhrenstück durch einen Schliff verbunden ist, wie überhaupt von hier ab alle Verbindungen durch tadellose Glasschliffe hergestellt sind. Bei G verzweigt sich der Apparat: hier mündet der Kohlensäurestrom ein, der die gleichen Reinigungsapparaturen zu passieren hat wie der Wasserstoffstrom, was in der Figur nicht ausgeführt ist. Durch entsprechende Stellung der Glashähne m_1, m_2, m_3 kann je nach Bedarf ein Wasserstoff- resp. Kohlensäurestrom durch den Apparat geleitet werden. g stellt eine mit Phosphorpentoxyd gefüllte Röhre dar, die mittels eines Schliffes mit h, dem Erhitzungsrohr, verbunden ist. Das Chlorcalciumrohr sowie die mit konzentrierter Schwefelsäure beschickten Waschflaschen schließen den Apparat nach hinten ab.

Wasserstoff wurde entwickelt aus chemisch reinem, arsenfreiem Zink und mehrfach destillierter und dann mit Wasser verdünnter Schwefelsäure. Das Zink war vorher platiniert worden.

Die Kohlensäure entwickelten wir aus Marmor, den wir durch Auskochen mit Wasser von Luft befreit hatten, und mit reinster verdünnter Salzsäure.

Diese Gase traten nacheinander durch konzentrierte Kalilauge, — beim Kohlensäureapparat war natürlich statt dieser eine Lösung von Natriumbikarbonat vorgelegt worden —, Kaliumpermanganatlösung und chemisch reine konzentrierte Schwefelsäure. In der Verbrennungsröhre sowie durch den Palladiumasbest wurden die letzten Reste von Sauerstoff entfernt, und das so gereinigte Gas wurde nochmals durch Chlorcalcium und Phosphorpentoxyd scharf getrocknet.

Wir wogen die Substanz in extra angefertigte, große und breite Porzellanschiffchen aus Meißner Porzellan ein, die in den bekannten zu diesem Zwecke dienenden Wägeröhrchen mit zwei vorzüglich eingeschliffenen und absolut luftdichten Glasstopfen aufbewahrt wurden, erhitzten bei 105—110° bis zur Gewichtskonstanz, führten das Schiffchen dann in das Glasrohr h über, verbanden die Apparate luftdicht und ließen einen langsamen Wasserstoffstrom hindurchgehen. Sobald die Luft verdrängt war, begannen wir das Rohr vor der Stelle,

wo sich die Porzellanschiffchen befanden, mit einem Mikrobrenner schwach zu erwärmen und führten durch fächelndes Erhitzen die Zersetzung des Palladosamminchlorides herbei. Diese Zersetzung verläuft außerordentlich ruhig, indem sich das durch Katalyse gebildete Chlorammonium langsam verflüchtigt, teils auf dem zersetzten Palladosamminchlorid niederschlägt, teils an der Röhre. So einfach dieser Prozeß aussieht, so fanden wir trotzdem, daß er nicht so glatt verläuft, denn die letzten Reste des Chlorammoniums haften in dem fein verteilten Palladiumschwamm ziemlich fest, so daß zu ihrer endgültigen Vertreibung eine Steigerung der Temperatur notwendig ist. War dies erreicht, so trieb man das Chlorammonium durch Erhitzen in der Röhre weit von dem Porzellanschiffchen fort, um ein Zurücksublimieren in das Palladium zu verhindern. Bekanntlich nimmt nun ein derartig fein verteiltes Palladium, wie es hier vorliegt, beim Abkühlen im Wasserstoffstrom relativ große Mengen von Wasserstoff auf, um mit ihm das sogenannte Wasserstoffpalladium zu bilden. Unser eifrigstes Bestreben mußte sein, die Bildung dieses Produktes zu verhindern, da das mit Wasserstoff beladene Paladium nicht an die Luft gebracht werden kann, ohne zu erglühen, d. h. mit dem Sauerstoff der Luft infolge der katalytischen Eigenschaften des Palladiums Wasser zu bilden und dieses auf seiner Oberfläche zu verdichten. Allerdings fanden wir, daß ein genügend hoch im Wasserstroffstrom erhitztes Palladium seine feine Verteilung aufgibt, sich in ein kompakteres Produkt verwandelt, das nun seinerseits beim Herausnehmen an die Luft nicht mehr erglüht, aber daß auch ein derartiges Produkt mit Wasserstoff beladen ist, da es beim Erhitzen im Luftstrom Wasser bildet. Durch einen kleinen Kunstgriff ist es uns gelungen, diese unangenehmen Erscheinungen vollkommen aufheben zu können. Wir fanden nämlich, daß Palladium, welches, mit Wasserstoff beladen, im Kohlensäurestrom schwach (über 150°) erwärmt wird, die gesamte Menge des Wasserstoffs abgibt, ohne von der Kohlensäure in irgendwelcher Weise angegriffen zu werden, oder ohne diese irgendwie chemisch zu verändern. Durch die von uns gewählte Konstruktion des Apparates war es uns jeden Augenblick möglich, die Gase (Wasserstoff und Kohlensäure) zu wechseln, ohne daß das Palladium mit irgendeinem anderen Gase oder mit Luft in Berührung kam.

Wir verfuhren daher so, daß wir das Palladium, nachdem es durch Zersetzen des Palladosamminchlorids im Wasserstoffstrom erhalten war, bis auf ungefähr 200° im Wasserstoffstrom abkühlen ließen, dann den Hahn m_1 schlossen und m_3 öffneten, um Kohlensäure eintreten zu lassen, unter welcher wir das Palladium nochmals erhitzten. Wir ließen dann im Kohlensäurestrom erkalten, führten das Schiffchen in das Wägeröhrchen über, verdrängten dann die Kohlensäure durch reine, trockene und kohlensäurefreie Luft und wogen nach zwei Stunden. Der ganze Prozeß wurde hierauf so oft wiederholt, bis Gewichtskonstanz eingetreten war.

Um uns über die Brauchbarkeit der Methode einerseits und die Zuverlässigkeit der Resultate andererseits zu orientieren, galt es für uns nachzuweisen, ob das so erhaltene Palladium nicht doch noch Gase auf seiner Oberfläche kondensiert habe. Zu diesem Zwecke brachten wir das mit dem reduzierten Palladium gefüllte Schiffchen in eine aus schwer schmelzbarem Glase bestehende, auf der einen Seite zugeschmolzene Glasröhre mit luftdicht eingeschliffenem Glashahn, welche wir mittels eines Rückschlagventils, ferner einer mit echtem Blattgold gefüllten Kugelröhre mit einer Sprengelschen Quecksilberluftpumpe verbanden. Sowie die Pumpe Sprengelsches Vakuum zeigte, erhitzten wir das Rohr ziemlich stark, konnten aber weder die geringste Spur eines Gases auspumpen, noch auch nach dem im Vakuum erfolgten Erkalten eine Gewichtsveränderung des Schiffchens beobachten: Unter den von uns gewählten Bedingungen war das Palladium absolut rein und frei von irgendwelchen Gasen.

Die Resultate, die ich hierbei erhalten habe, zeigten eine gute Übereinstimmung mit denen von A. Krell. Die beiden Analysen gaben die Werte:

2,94682 gr Substanz: 1,48493 Pd. — 106,68
1,83140 gr Substanz: 0,92296 Pd. — 106,70.

Selbstverständlich verstehen sich diese Zahlen, wie üblich, auf den luftleeren Raum reduziert.

Jetzt galt es zu untersuchen, ob die von R. Amberg[1]) angewandte Methode zur Bestimmung des Atomgewichts auf elektrolytischem Wege denselben höchsten Anforderungen auf

[1]) Siehe dessen Dissertation.

Genauigkeit entsprach als das von A. Krell und mir geprüfte Reduktionsverfahren.

Nach den Vorschriften von R. Amberg[1]) war der allgemeine Gang einer solchen Analyse etwa folgender:

Die Substanz wurde aus dem Wägegläschen in ein Becherglas gegeben, hier unter häufigem Umschütteln in Wasser, dem etwas Schwefelsäure zugegeben war, gelöst und dabei auf höchstens 80° erwärmt. Die Lösung wurde dann in die tarierte Platinschale gespült, die vorher bei genau derselben Temperatur getrocknet war, bei der auch der elektrolytische Beschlag getrocknet werden sollte, und nach Einstellung einer Temperatur von 60—65° 0,05—0,4 Ampère bei 600—1000 Touren des Rührers eingeschaltet. Als wesentliches Kennzeichen für den Verlauf der Ausfällung wurde der Gang des Voltmeters beobachtet, da, wie R. Amberg zuerst nachgewiesen hat, die Spannung der Elektroden nicht über ca. 1,25 Volt steigen darf, wenn man auf einen zusammenhängenden Niederschlag rechnen will. Oberhalb dieser Spannung wird Wasserstoff in kleinen Bläschen entwickelt und vermag das Palladium schwammig abzuscheiden. Die Fällung des Palladiums ist also gleichbedeutend mit einer Metalltrennung, nämlich derjenigen des Palladiums von Wasserstoff. In dem Maße, wie nach Fällung der Hauptmenge des Metalls die Spannung von etwa 0,75 Volt an steigt, wurde durch Veränderung eines Vorschalt- und eines Nebenschlußwiderstandes die Stromstärke verkleinert und die Spannung meist zur Vorsicht unterhalb 1,15 Volt gehalten, bis die kleinste Stromstärke von 0,01 bis 0,02 Ampère erreicht war. Die Ausfällung ist dann praktisch vollständig, und die Schale braucht nur noch so lange unter Strom zu bleiben, bis sie sich auf die Temperatur der Umgebung abgekühlt hat. Nunmehr wurde der Strom unterbrochen[2]), die Schale mit reinstem Wasser, wie wir es oben darstellten, mehrere Male ausgespült, außen mit einem Lederlappen getrocknet, bedeckt, und in einem Treadwell'schen Trockenschrank auf eine Temperatur von 110—120° erhitzt und in einem Vakuum-

[1]) Ich folge hier den Darlegungen von R. Amberg l. c.

[2]) Eine Rücklösung des Metalls ist nicht zu befürchten und selbst, wenn es stundenlang mit der Flüssigkeit in Berührung steht, noch nicht nachweisbar.

exsikkator oder in einem geräumigen Scheiblerexsikkator 5 Stunden lang im Wägezimmer der Abkühlung überlassen. Die Wägung wurde mit der oben angeführten Wage ausgeführt. Als zuverlässigste Endreaktion, die stets zunächst mit einer Probe, dann mit dem ganzen Elektrolyten angestellt wurde, erwies sich die Prüfung mit Jodkalium; ihre Schärfe wird durch schweflige Säure nicht beeinträchtigt, die den störenden Einfluß freien Jods zuweilen beseitigen muß. Auch nach stärkerem Konzentrieren und nach völligem Eindampfen der abgegossenen Flüssigkeit war in keinem Falle eine Reaktion zu erkennen.

Trotz der sicher unangenehmen Tatsache, daß die Substanz erst aus dem Wägegläschen heraus in ein Becherglas gebracht, in diesem gelöst und die Lösung in die gewogene Platinschale umgegossen werden mußte, — ein Verfahren, welches mehr Fehlerquellen in sich schließt, als eine Atomgewichtsbestimmung wünschenswert erscheinen läßt — eignet sich diese Methode doch sehr zur Ausführung exakter Analysen. — Anbei folgen die Resultate, die ich auf diese Weise erhalten und in üblicher Weise auf den luftleeren Raum reduzierte.

Nr.	ang. Substanz	Palladium	Atomgewicht
1	1,02683	0,51749	106,71
2	1,22435	0,61708	106,72
3	1,46735	0,73944	106,69
4	0,59796	0,30139	106,73
5	2,64584	1,33329	106,69
Mittel:	—	—	106,708

Die Resultate stimmen in sehr befriedigender Weise überein; der von mir im Mittel gefundene Wert 106,7 dürfte daher, da er gleich dem von Amberg und von A. Krell ist, für das Atomgewicht des Palladiums anzunehmen sein.

Bevor aber nicht die Analysen des Palladosamminbromids, mit welchen man im hiesigen Laboratorium beschäftigt ist, erledigt sind, kann der obige Wert noch nicht diskutiert werden.

Beiträge
zur Geschichte der Naturwissenschaften. X[1].

Von Eilhard Wiedemann.

Zur Technik bei den Arabern.

Zum Teil veranlaßt durch eine Bemerkung von Herrn Prof. Günther in einer Besprechung über eine frühere von mir herrührende Studie, erlaube ich mir im folgenden zunächst ein weiteres Kapitel aus den *Mafâtîḥ* mitzuteilen, um daran eine Reihe von Erörterungen über verschiedene Gebiete der Technik bei den Arabern anzuschließen.

Die Ausführungen sollen, wie schon der Titel sagt, nur Beiträge zu dem großen noch so wenig bebauten Gebiete sein; sie machen daher in keinerlei Weise den Anspruch auf Vollständigkeit. Den zahlreichen Herrn Kollegen, die mich mit Bemerkungen unterstützt haben, wie den Herren Fränkel, Goldziher, Margoliouth, Nöldeke, Juynboll, Seybold u. a., sage ich auch an dieser Stelle meinen Dank, vor allem aber meinem stets hilfsbereiten Kollegen Jacob.

I. Über die Ausdrücke, welche bei dem Wasseramt (*Dîwân al Mâ*) benutzt werden, nach dem siebenten Kapitel der *Mafâtîḥ*[2]).

al Chalîl[3]) sagt 1. *AL ANQLH*[4]) ist ein Damm (*Sikr*) von *Merw*.

---

[1]) Die Inhaltsangabe findet sich am Schluß.

[2]) Das Kapitel steht in den *Mafâtîḥ* S. 68—72, vgl. Beitr. VI, S. 16.

[3]) *al Chalîl* ist der große Lexikograph und Grammatiker, der 794 im Alter von 74 Jahren starb. Sein großes Wörterbuch hat ihm einmal seine Frau aus Ärger darüber, daß er seine ganze Zeit darauf verwandte, verbrannt (Brockelmann Bd. 1, S. 100).

[4]) Die Lesart des Wortes ist unsicher. Van Vloten meint, daß es vielleicht mit dem Ort *Anqulqân* oder *Ankulkân* in Merw (*Jâqût* Bd. 1, S. 392) zusammenhängt.

Merw liegt im Nordosten des früheren Persiens und ist etwa 250 Kilometer vom Oxus entfernt. Von einem Tor in Merw heißt es (bei *Ibn Ḥauqal* S. 315), daß es dasjenige sei, durch das man nach „*mâ warâa al Nahr*“, nach „dem, was hinter dem Fluß gelegen ist“, nach Transoxanien geht. Daher werden auch Einrichtungen dieser Gegend in den *Mafâtiḥ* besprochen s. w. u.

Bei dieser Gelegenheit sei die sehr anschauliche Schilderung von dem Gefrieren des Oxus (*al Ǵaiḥûn*) mitgeteilt, wie sie sich bei *Jâqût* (Bd. 2, S. 172) und *Qazwînî* (Bd. 1, S. 177)[1]) findet. Ersterer berichtet:

Ich sah ihn [den Oxus] selbst und fuhr auf ihm, und sah, als er gefror, und wie dies stattfand. Wird die Kälte heftig und beißt sie ordentlich, so erstarrt er zunächst stückweise; dann schwimmen diese Stücke auf der Oberfläche des Wassers stromabwärts. So oft ein Stück [Eis] ein anderes berührt, verbindet es sich mit diesem und wächst fortwährend, bis der ganze Fluß ein einziges Stück geworden ist. Die Dicke des Eises steigt bis zu fünf Spannen (*Schibr*)[2]); unter der Eisdecke fließt das Wasser weiter. Die Leute von *Chowarezm* (*Chiwa*) hauen mit Beilen (*Mi'wal*) Brunnen in das Eis, bis sie zum fließenden Wasser gelangen, schöpfen aus ihnen das Wasser zum Trinken und tragen es in Krügen (*Ǵarra*) nach ihren Wohnungen. Sie kommen aber nicht zu diesen, ehe nicht die Hälfte des Wassers im Innern der Krüge gefroren ist. Ist aber der Fluß fest gefroren, so überschreiten ihn Karawanen, von Ochsen gezogene Karren u. s. w. — Ist die Gewalt der Kälte gebrochen, so löst sich Stück von Stück, wie es anfangs [bei dem Zusammenfrieren] geschah, bis er [der Fluß] in den ursprünglichen Zustand zurückgekehrt ist.

Von *Iṣṭachrî* S. 304 und *Ibn Ḥauqal* S. 314 wird nur kurz das Zufrieren des Flusses erwähnt und bemerkt, daß ihn Lasten, Waren und Kamele überschreiten, und etwa hinzugefügt: „Sein Gefrieren geht von *Chowarezm* aus und steigt bis dorthin, wo es aufhört [sc. wohl infolge des Gefälles], und der *Ǵaiḥûn* kühlt die Gegenden von *Chowarezm*, die an seinem Ufer liegen, aus.

Auch vom Jaxartes (*Saiḥûn* oder *Nahr al Schâsch*) wird berichtet, daß er im Winter zufror, so daß über seine erstarrte Decke die Karawanen zogen (*Jâqût* Bd. 3, S. 211).

[1]) Der Text von *Qazwînî* und von *Jâqût* stimmen fast überein, indes sind kleine, wohl durch den Abschreiber veranlaßte Abweichungen vorhanden, die aber den Sinn nicht ändern. Übrigens rührt diese Stelle nicht, wie es nach den einleitenden Worten bei *Qazwînî* scheinen könnte, bei ihm aus *Iṣṭachrî* her.

[2]) Dem fügt *Qazwînî* noch bei: *Ibn Faḍlân* berichtet in seiner Abhandlung, daß er den Oxus gesehen, wie er sicherlich 17 Spannen tief gefroren war. Gott weiß aber besser, ob dies richtig ist.

2. *al Kastbazûd* ist ein arabisiertes Wort, es setzt sich aus *Kâst* und *Efzûd*[1]) zusammen, das heißt das Abnehmen und Zunehmen. Es ist die Behörde, bei der die Grundsteuer der Be-

sitzer von Gewässern bewahrt (verzeichnet) wird und [registriert wird] die Zunahme und Abnahme [an Besitz] und der Übergang von einem Besitzer (Namen) auf einen anderen. Das Wasseramt gehört hierzu. In ihm wird bewahrt (ist aufgezeichnet), wie viel ein jeder von ihnen an Wasser besitzt[2]), und was davon verkauft und gekauft wird.

[1]) Es sind dies persische Worte.

[2]) Es bedeutet dies wohl, auf wie viel Wasser ein jeder ein Recht hat (vgl. Beiträge V, S. 408).

3. *al Bast* ist ein Maß, über welches die Leute von Merw übereingekommen sind; es ist ein Ausfluß (*Machraǵ*) mit einem Loch, dessen Länge und Breite je ein Gerstenkorn (*Schaʿîra*) ist.

Mit dieser Stelle hängt die folgende bei *Ibn Ḥauqal* (S. 315) zusammen. Bei der Besprechung der Verteilungsstelle (*Maqsam*) des *Mâ Merw* (des Wassers von Merw) heißt es: Für jeden Bezirk und jede Straße wurde von diesem Fluß (Kanal) aus ein kleiner Kanal angelegt, auf dem sich hölzerne Bretter befanden, in denen Löcher von bestimmter Größe waren, die niemand vergrößern noch verkleinern durfte. Jeden Tag kommt jemand, der sie (nämlich die Straßen etc.) nach einem bestimmten Maß tränkte (sie mit Wasser versah). Wenn nämlich das Wasser (die Welle) anstieg, so stand ihnen der Überschuß zu, und wenn es abnahm, so bekamen alle weniger, ohne daß einige vor anderen einen Vorzug hatten. (Der Mann setzte Bretter mit den Löchern ein.)

Zu dem Wort *Bast* bemerkt Vullers (Bd. 1, S. 238): Eine Menge Wassers, welche die Landleute in Gräben ableiten.

Zu beachten ist, daß bei dem Ausfluß nicht angegeben ist, wie hoch sich das Wasser über ihm befindet.

4. *al Finkâl* beträgt 10 *Bast*.

Finkâl entspricht *Finǵân*. Über den Lautwechsel vgl. Spitta-Bey, Grammatik S. 26. Gemeint ist eine mit einer Wasseruhr (vgl. Beiträge III, S. 259; V, S. 408 vor allem S. 419) abgemessene Menge. Wörtlich heißt das Wort eine Tasse, eine Schale. Im vorliegenden Fall faßt sie gerade 10 *Bast*.

Über Wasseruhren (*Pinǵân*), die in Indien verwendet werden, berichten die *Âjin-i-Akbarî* (Übersetzung von H. Blochmann und H. S. Jarrett Bd. 3, S. 15—16). Die Form ist etwas anders als die übliche. An den Boden eines Gefäßes ist ein Rohr aus Gold gelötet. Das Gefäß wird mit dem Rohr in ein Wasserbecken bis zum Rande eingetaucht und als Maß die Zeit benutzt, in der sich das Gefäß ganz füllt. Vor einer einfachen Öffnung hat das Rohr den Vorzug, daß man es weiter als erstere nehmen kann, und doch eine gleiche Zeit zur Füllung verstreicht. Das weitere Rohr verstopft sich weniger leicht wie die engere Öffnung (vgl. eine Arbeit über Horometrie in Asiatic Researches Bd. 5, S. 87).

5. *al Kâwâlaǵa* ist ein Wasserlauf, der oberhalb der Verteilungsstelle des Wassers abgetrennt wird, ebenso ist

6. *al Mufriǵa* ein Bewässerungskanal (*Maǵîḍ*), der auch bei einem Fluß angebracht ist; in ihn leitet man den Überschuß der Gewässer beim Steigen, die übrige Zeit ist er abgesperrt.

7. Der *Mallâḥ* (Schiffer) ist einer, welcher den Fluß (Kanal) frequentiert, und ebenso der Besitzer des Schiffes.

Mallâḥ ist zunächst, da es von *Milḥ* (Salz) sich ableitet, der Seemann; hier wird es erwähnt, weil die Leute von Merw denselben Namen für die Schiffer auf ihren Flüssen etc. benutzen.

8. *al Chalîl* sagt: *al Marâr* ist eine Art Seil, der Pluralis ist *Amirra* (vgl. zu den Seilen u. s. w. Beiträge VI, S. 53ff. und Nr. 15).

9. *al Ṭirâz* ist der Teilungsort des Wassers in dem Fluß.

10. Die Teilungen des Wassers (d. h. die aus dem Hauptstrom sich abzweigenden) heißen im *Transoxanien*[1]) (in dem Lande, das hinter dem Fluß gelegen) *Daraqa*[2]) und *Mazraqa*.

[1]) Über dieses hat *Jâqût* Bd. 4, S. 400 einen langen Artikel, vgl. auch oben.

[2]) Hier sind die Lesarten verschieden, es kommt auch *Zaráq* vor.

11. *al Sarafa* ist ein Teil von 60 Teilen (d. h. $^1/_{60}$) von dem Trank bei Tag und Nacht; je nach der Übereinkunft zwischen den Uferbewohnern ist es etwas mehr oder weniger.

Es ist wohl hierunter die Zeit verstanden, während deren die Tiere zur Tränke kommen; interessant ist die Sexagesimaleinteilung.

12. *al Musannât* ist etwas Bekanntes (der Damm), vgl. unten S. 314.

13. *al Bazand* ist der Garten.

Basand ist ein persisches Wort und bedeutet ein wohlriechendes Kraut.

14. *al Schâdurwân*[1]) ist ein Fundament (*Asâs*)[2]), durch welches die Umgebung von Brücken (*Qanṭara*) und ähnlichem geschützt wird.

[1]) Eine Handschrift hat ḏ statt d. Über *Schâḏurwân*, wie das Wort auch heißt, s. unten. Im folgenden soll stets *Schâḏurwân* nach Dozy und Vullers geschrieben werden.

[2]) Von demselben Stamm kommt der Name der Stadt *Suez*.

15. *al Ma'ṣir*[1]) ist ein Strick (*Silsila*) oder Seil (*Ḥabl*), das

angebracht wird, um im Fluß ein Hindernis zu bilden, und so die Schiffe am Vorbeifahren zu hindern.

[1]) Vgl. hierzu Beiträge VI, S. 53.

16. *al Azala* ist ein Maß, auf Grund dessen den Erdarbeitern die Arbeit zugeschlagen wird. Es hat 100 Ellen *mukassara* (Kubikellen) an Länge, Breite und Tiefe, wie z. B. 10 Ellen an Länge, auf 2 Ellen an Breite, auf 5 Ellen an Tiefe, d. h. 100 Kubik-(*mukassara*)ellen, und das ist *al Azala*. Die Bedeutung der Kubikelle ist hier, daß ihre Länge, Breite und Tiefe je eine Elle ist.

Auf S. 66 der *Mafâtîh* kommt dasselbe Wort mit der obigen Vokalisierung vor, bedeutet aber dort die Quadratelle.

17. *al Saih* (fließendes Wasser) ist das Wasser auf der Erdoberfläche, das ohne Anwendung von Maschinen (*Âla*) bewässert, wie von dem Wasserrad (*Dûlâb*), der *Dâlija*, der *Ġarrafa* dem *Zurnûq*, der *Nâ'ûra*, dem *Manġanûn*; diese Maschinen sind bekannt. Man bewässert mit ihnen die höher gelegenen Orte (vgl. zu *al Saih* Nr. 27, zu den Maschinen vgl. w. u.).

18. *al Saqî* ist ein Feld, das mit Maschinen und ohne solche bewässert wird.

19. *al Bachsî* ist, was nur der Regen tränkt (vgl. Nr. 27).

20. *al Bachs* ist der Teil der Erde, der nur besät und nicht bewässert wird (vgl. Nr. 27).

21. *al 'Araba* ist eine auf einem Schiff aufgestellte Mühle (*Ṭâhûn*) (der Pluralis ist *'Arab*).

Über die Schiffmühlen u. s. f. findet sich auch eine Angabe in der Schrift der *Benû Mûsà* über die von selbst flötenden Instrumente. Bei denselben spielt eine in Umdrehung gesetzte Walze eine Rolle, dieselbe wird zunächst durch ein Wasserrad (*Daulâb*) bewegt. Auf S. 454 (*al Maschriq* 1902) heißt es dann: Wir können auch das Instrument der Flöte durch einen Esel oder ein Maultier betreiben, wie man dies bei den Mühlen (*Rahà*), die mahlen, tut, so daß die Flöte fortdauernd tätig ist. Freilich besitzt die, welche in Bewegung kommt infolge der Umdrehung durch das Wasser auf der Schiffmühle (*'Araba*) und was an Stelle der Schiffmühlen bei Schiffen und sonst tritt, vollkommener in ein und derselben Weise einen fortdauernden Gang, als der ist, welcher durch die Tiere und den Wind bei all diesen Kategorien ermöglicht wird.

22. *al Ġîl* gleicht dem Tümpel (*Aġama*) und ähnlichem; in ihm sammeln sich die Gewässer, dann bewässert man aus ihm das Land.

23. *al Kaẓâ'im* (Pluralis von *Kiẓâma*) sind die Gewässer, die unter der Erde fließen, wie die Kanäle (*Qanât*).

Nach Erklärungen, welche de Goeje (*Balâḏurî* S. 25) mitteilt, ist *Kiẓâma* bezw. *Kiẓima* ein Brunnen, an dessen Seite sich ein anderer befindet, und zwischen ihnen ist ein Rinnsal innerhalb (*bâṭan*) des Tales. Oder es sind Brunnen, welche in der Tiefe des Tales in Abständen voneinander gegraben werden. Der Zwischenraum zwischen beiden ist durch eine Leitung (*Qanât*) durchsetzt, in der das Wasser von Brunnen zu Brunnen fließt.

24.—26. *al 'Idj*, *al 'Aṯarî*, *al Ba'l* werden vom Himmel getränkt, ebenso

27. *al Bachs*.

28. *al Ġarb* wird durch das Schöpfgefäß (*Dalw*) bewässert.

Die folgende Erläuterung der Namen des Landes je nach der Art der Bewässerung schließt sich an an de Goeje in *Balâḏurî* (Glossar S. 15) und W. Robertson Smith. (Die Religion der Semiten. Deutsche Ausgabe von R. Stübe S. 68. Freiburg 1899.) Dort sind auch die arabischen Stellen mitgeteilt. *al Saiḥ* ist das fließende Wasser der *Nahr* und der *Wâdî*. Unter *Nahr* versteht man einen Fluß bezw. einen Kanal, der stets Wasser enthält, unter *Wâdî* ursprünglich ein Flußbett, das nur zeitweise Wasser führt. Später bedeutet es auch Flüsse im gewöhnlichen Sinn wie bei dem Quadalquivir (*Wâdî al kebîr*). Mit *Saiḥ* fast synonym ist *Ġîl* (*Ġail*) und *Fatḥ*.

Nach den *Mafâtîḥ* bedeutet in Merw *al Bachsî* das von dem Regen Getränkte, während als Synonyme für das, was von dem Himmel bewässert wird, *al 'Idj*, *al Aṯarî*, *al Ba'l* und *al Bachs* auftreten (das letzte Wort ist zweimal genannt). Bei *Iṣṭachrî* und *Ibn Ḥauqal* wird statt *Bachs* meist das Wort *Mabâchis* benutzt.

In älteren Quellen wird unterschieden zwischen dem, was vom Himmel, von den Quellen bewässert wird, und was *Ba'l* ist u. a. Ferner wird angegeben, daß Palmbäume des *Ba'l*[1]) solche sind, die nur vermittelst der Wurzeln ohne künstliche Bewässerung und ohne Regen „von dem Wasser trinken", das Gott unter der Erde geschaffen hat. Daher kommt R. Smith zu dem Ergebnis, daß in der alten Zeit das *Ba'l* Land ist, das durch Grundwasser bewässert wird. Es bedeutet auch die Erdfeuchtigkeit und unterirdisches Wasser selbst. Dieses spielt in Arabien eine ganz hervorragende Rolle, eine weit größere als der Regen selbst. Daher auch der besondere Ausdruck „*Kiẓâma*". Später, als von den Arabern Gegenden mit anderen klimatischen Verhältnissen besetzt wurden, in denen das Grundwasser keine Rolle spielt, änderte es seine Bedeutung dahin,

---

[1]) *al Ba'l* bedeutet auch die unbewässerte Palme, für die *al Buchârî* als Synonym das Wort *'Aṯarî* gibt (vgl. A. Sprenger, Z. D. M. G. Bd. 18, S. 300. 1864).

daß es mit *'Idj*, dem nur durch Regen bewässerten Lande, synonym wurde und endlich alles von der Natur getränkte Land im Gegensatz zu *al Saqî* bezeichnete. In diesem Sinn wird es noch jetzt in Syrien benutzt (Wetzstein, Z. D. M. G. Bd. 11, S. 489. 1857; vgl. auch Klein, Z. S. d. Deutschen Palästinavereins Bd. 4, S. 28. 1881). Hier hängt es wohl sicher mit der regenspendenden Tätigkeit des Gottes *Baal* zusammen, worauf schon Meier hinwies (vgl. hierzu A. Sprenger, Z. D. M. G. Bd. 18, S. 300. 1864). Das Wort *Ba'l* war wohl ursprünglich in Syrien heimisch, das Wort *'Idj* in anderen Gegenden, so kommt es in einem von *Muḥammad* mit den *Ḥimjariten* geschlossenen Vertrag vor.

Über die rechtlichen Verhältnisse hat sehr eingehend gehandelt M. van Berchem, Inaug.-Diss. Leipzig 1886, wo auch die Hinweise auf *Mâwerdî* sich finden.

Über die Bewässerung handelt auch *Ibn al 'Auwâm*[1]) folgendermaßen:

Die Landwirtschaft ist von allen Gewerben das profitabelste. Man teilt sie in zwei Teile; die Bewirtschaftung der von Natur aus bewässerten Teile (*Ba'l*) und derer, die einer künstlichen Bewässerung bedürfen (*Saqî*) (s. oben S. 311). Jene, bei der die Äcker durch Quellen oder aus den Kanälen (Flüssen) durch Schöpfmaschinen (*Sâqija*) bewässert werden, ist wegen des Endergebnisses empfehlenswerter und gibt sichereren Ertrag. Die zweite ist beschwerlich und schwierig. Die Bewässerung geschieht durch Maschinen, wie die *Na'ûra*, die *Sâqija*[2]), die *Dalw* (Schöpfeimer), welche Kamele, Esel und Maultiere in Bewegung setzen. Die bequemste ist die *Chaṭṭâra*[3]). Bei dieser Methode soll man die *Na'ûra* nur benutzen, wenn man unbedingt muß u. s. w. (es entstehen dadurch große Kosten u. s. w.).

29. *al Ṣânija* und *al Nâḍiḥa* sind die Kamele, welche die Schöpfgefäße in Bewegung setzen.

In derselben Art ist *al Nâḍiḥa* von *al Ja'qûbî* (S. 313) bezeichnet. Es heißt dort: In *Medina* sind Brunnen, aus denen die Palmen und die Saatfelder bewässert werden; es schöpfen aus ihnen das Wasser die *Nâḍiḥa*, das sind die Kamele, welche die *Zurnûq* in Bewegung setzen.

II. Über Wasseranlagen nach dem Werk von *Abû Jûsuf* über die Grundsteuern.

Während die aus den *Mafâtîḥ* mitgeteilten Angaben sich vielfach auf Merw beziehen, so knüpfen die folgenden zunächst an *Baġdâd* an.

---

[1]) S. De Sacy, Chrestomathie, Bd. 1, S. 225. De Goeje, *Balâḏurî* S. 13. *Ibn al 'Auwâm*, übersetzt von Cl. Mullet, Bd. 1, S. 5.

[2]) Das Wort *Sâqija* bezeichnet im ersten Fall wohl Schöpfmaschinen im allgemeinen, im zweiten die speziell mit diesem Namen belegten.

[3]) Zu *Chaṭṭâra* vgl. w. u.

Über Verwaltung der Kanäle u. s. f. enthält viele wichtige Angaben die auf Befehl des Chalifen *Hârûn al Raschîd* verfaßte Schrift „Denkschrift an den Chalifen *Hârûn al Raschîd*“[1]), des *Qâḍî Abû Jûsuf* (113—182 d. H., 731/799 n. Chr.), eines der eifrigsten Anhänger und unmittelbaren Schülers des größten arabischen Rechtsgelehrten *Abû Ḥanîfa*. Er betont, daß die Regierung sich um alles, was mit Bewässerungswesen und den Dammbauten, den Kanälen, der Errichtung von Schleusen und Wasserwerken zusammenhängt, sorgfältig zu kümmern habe, ferner um die Schiffahrt auf den großen Strömen, besonders dem Euphrat und Tigris, wo alle Hindernisse zu beseitigen sind.

In dem Werk von *Abû Jûsuf* (S. 62) findet sich z. B. folgende interessante Stelle[2]): Wenn es für die Mesopotamier (*Ahl al Sawâd*)[3]) nötig ist, daß ihre großen Kanäle, welche von dem Tigris und Euphrat ausgehen, ausgegraben werden, so sollen sie für sie ausgegraben werden, und der Aufwand soll den Staatskassen und den Steuerzahlern auferlegt werden; es soll aber nicht das ganze den Steuerzahlern aufgebürdet werden. Dagegen sollen die Kanäle, welche sie auf ihre Ländereien, Felder, Weinberge, Grünfutteranlagen, Obst- und Gemüsegärten führen und was dem ähnlich ist, auf ihre Kosten allein ausgegraben werden, ohne daß der Staat etwas zu bezahlen braucht. Für die Durchlässe (*Buṭûq*)[4]), Dämme (*Musan-*

[1]) *Kitâb al Charâg*. Das Werk über die Steuer ist neuerdings gedruckt in *Bûlâq* 1302. Nach Handschriften ist es vielfach von A. von Kremer benutzt; vgl. z. B. Bd. 1, S. 200, 492, 498.

[2]) Vgl. A. von Kremer, Kulturgeschichte Bd. 1, S. 201.

[3]) Über den Begriff des *Sawâd* hat G. Salomon (Introduction topographique à l'histoire de Baghdâdh de *al Châtib* (Paris 1904) eingehend gehandelt und in einer Besprechung zu diesem Werk J. de Goeje (J. asiat. [10 ser.] Bd. 3, S. 167. 1904). Nach letzterem wechseln die Definitionen. Bei einigen ist das *'Irâq* und das *Sawâd* identisch, bei anderen bezieht bezieht sich *'Irâq* nur auf die Provinz *Bâbil*.

[4]) Zu dem Wort *Buṭûq* macht der Kommentator folgende Bemerkung: „*Al Buṭûq* ist der Pluralis von *Baṭq* (*Biṭq*), wie *Fals* und *Fulûs*. Es ist der Ort, an dem das Wasser an der Seite des Kanales durchströmt (also der Durchlaß); *al Musannajât* ist der Pluralis von *Musannât*, es ist die Wand, die auf der Seite des Wassers gebaut wird, d. h. der Damm (*Sadd*); *al Barîdât* hat in der Technik die Bedeutung „Schütze“ (*Miftâḥ*) (das Wort ist persisch)“ [ein anderes Wort für eine Schütze ist *Bast*, s. oben].

Ein Kanal am Tigris heißt der Kanal von *Biṭq Schairîn*. Nach

najât) und Schützen (*Barîdât*), welche am Tigris und Euphrat und den anderen großen Flüssen sich befinden, ist der ganze Aufwand von der Staatskasse zu tragen und nichts davon den Steuerzahlern aufzubürden.

In dem Kapitel über die Leitungen[1]), die Brunnen, die Kanäle, die Flüsse und die Bewässerung (*Scharb*) werden auf diese bezügliche gesetzliche Verordnungen besprochen. Dabei kommen in Betracht Kanal, (die Verhältnisse an den Flüssen Euphrat und Tigris sind besonders behandelt), Leitung, Quelle, Brunnen, offene Zisterne (S. 54 unten).

Sehr ausführlich wird ferner behandelt (S. 57 u. 58), in welchem Abstand in wasserlosen Gegenden von einem angelegten Brunnen ein zweiter gegraben werden darf; den Arabern war die gegenseitige Beeinflussung klar, denn es wird erörtert, was zu geschehen hat, wenn ein zweiter Brunnen außerhalb des geschützten Gebietes eines Brunnens angelegt wird und der erste Brunnen dadurch an Wasser verliert.

Zwei Brunnenarten (*Bir*) werden rechtlich unterschieden (S. 57), *Bir al Nâḍiḥ* (des bewässernden [durch Kamele] s. oben), ein Brunnen, mit dem man mit Hilfe von Kamelen die Saat bewässert, und *Bir al ʿAṭan* (des Lagerns der Kamele zwischen den beiden Tränkungen), ein Brunnen für das Vieh, aus dem man das Vieh tränkt, aber nicht die Saat bewässert.

Hierher gehört auch das Kapitel über das Tränken in *Buchârî* (ed. Krehl Bd. 2, S. 75), wo bei der Tradition über das Wasserrecht Stauvorrichtungen etc. in Medina erwähnt werden.

Reinaud ist *Biṭq* im Arabischen ein Damm und zwar wahrscheinlich in diesem Falle ein Querdamm, um das Wasser zu stauen. Diese Bezeichnung erinnert nach ihm an die entsprechenden Arbeiten der Fürsten von Babylon zur Hinderung der Schiffahrt auf dem Euphrat, die Alexander der Große zerstören ließ. (*Abu'l Fidâ* Text S. 56, Übersetzung II[1], S. 71.)

[1]) Unter den Leitungen (*Qanât*) sind hier relativ kleine verstanden, es ist z. B. S. 57 davon die Rede, was zu geschehen hat, wenn ein Mann eine Leitung besitzt und ein anderer eine solche unterhalb oder oberhalb ausgegraben hat.

Nicht immer sind aber die *Qanât* (Kanal, Mehren übersetzt Aquadukt) klein, *Dimaschqî* (Text S. 207, Übersetzung S. 281) erwähnt ausdrücklich einen großen, der zwischen *Salamîja* und *Ḥamât* sich erstreckt, um Gärten und Länder des letzteren zu bewässern.

III. Über Nivellieren und Vermessen[1]).

Im Anschluß an diese Besprechung des Wasserbaues sollen noch einige der Methoden zum Nivellieren besprochen werden.

Zunächst soll ein Stück aus dem Gedicht von *Abû ʿOṯmân Ibn Lujûn*[2]) aus Almeria (geschrieben 1348) „Über die Art, wie man den Boden nivelliert und das Fließen des Wassers erleichtert", mitgeteilt werden. Es heißt:

„Und wo das Wasser fließt, da mache für jede Elle[3]) eine Hebung an ihrem Kopf, etwa wie das Ende eines Fingers, nachdem man die Erde nivelliert (gewogen hat)[4]) hat mit dem *Murǵîqal* oder der *Qubba*[5]), (der Wage), wenn diese Instrumente von Ort zu Ort bewegt werden[6]), oder mit der Schüssel des Wassers mit dem *Qubṭâl* oder mit der Vorrichtung, mit der der Baumeister die Dächer (*Uzur*) nivelliert (*kâl*)."

In einer Fußnote ist dann folgende Randbemerkung mitgeteilt:

Es sagt *al Ṭiǵnarî* (in seinem Werk über den Ackerbau). Um die Glätte (die Ebenheit) des Bodens zu erhalten und um

---

[1]) Vgl. Beiträge V, S. 405.

[2]) Einige Stücke des Werkes, das in Granada in einer Handschrift vorhanden ist, hat Dozy publiziert auf Grund von Mitteilungen von H. Simonet. Größere Stücke sind enthalten in Lerchundi y Simonet Crestomatia arabico-española, Granada 1883, diese hat z. T. L. Fleischer besprochen (Berichte d. Leipziger Ges. der Wissensch. Bd. 37, S. 155. 1885). Unser Stück steht auf S. 138.

[3]) D. h. auf eine Elle Abstand soll das Bett um die Spitze eines Fingers tiefer sein, es entspricht dies etwa einem Gefälle 1 : 140.

[4]) Das Verbum *wazan* bedeutet nicht nur wägen, sondern auch messen und nivellieren. Demgemäß ist *al Wazin* das mit dem Lot nivellierte. Das Niveau heißt *Mizân* Wage oder auch *Mizân al Tarbiʿ* Niveau der quadratischen ebenen Fläche.

Von einem unterirdischen Kanal heißt es „mit richtig abgemessenen Messen" (*bi Taqdir mauzûni*) (*Edrîsî* ed. Dozy u. de Goeje, Glossar S. 385), von dem Aquadukt bei Karthago, „und es floß das Wasser in passendem (mäßigem) Gefälle" (*bi Wazni muʿtadili* ibid.). Das Wort *wazan* ist im Sinn nivellieren in derselben Weise benutzt wie das lateinische librare terram, aquam, das Niveau der Erde, des Wassers nehmen, nivellieren (Plin. 31, p. 31, not. 3, Ausgabe von Hard).

[5]) *Qubba* ist entweder die Zunge oder der Balken der Wage, hier jedenfalls das letztere.

[6]) Diese Instrumente werden ja beim Nivellieren fortbewegt s. unten.

die Gewässer bei ihrem Heranführen (*ǵalab*) zu nivellieren, dienen vier Instrumente: Der *Marǵîqal*, die Wage des Schnittes (*al Qaṭ'*), *al Qubṭâl*[1]) mit der Schüssel, und die Wage der Dächer, die in den Händen der Bauleute sich befindet, um das Wasser von den Fundamenten der Häuser fortzuführen, wenn sie den Estrich (Fußboden) bewerfen (herstellen), und sie nivellieren mit ihr die Dächer der Häuser.

Dem Lehrgedicht von *Ibn Luǵûn* sind Randbemerkungen beigefügt, die z. T. von Dozy (Supplement Bd. 2, S. 302 u. 579) nach Angaben von Simonet arabisch, ebenso wie Skizzen nach dem Original mitgeteilt sind. Sie lauten[2]):

1. Das Nivellieren (*wazan*) mit dem *Qubṭâl* und der Schüssel (*Ǵafna*) geschieht dadurch, daß man eine Schüssel Fig. 1 oder einen Teller mit gleichmäßig hohen Rändern an einem gleichmäßigen (ebenen) Ort mit Wasser füllt[3]) und über die Schüssel einen langen *Qubṭâl* hinlegt. Dann blickst Du mit Deinen Augen längs des *Qubṭâl* und bezeichnest mit einem Zeichen den Ort, wohin Dein Blick fällt. Dann bringst Du die Schüssel dorthin und fährst so fort bis Du fertig bist. Und dies ist die Figur (Dozy, Suppl. Bd. 2, S. 302).

Fig. 1.

An der Figur steht bei a, a *Qubṭâl*, bei b Schüssel.

2. Das Nivellieren mit der Wage (*Mîzân*) der Bauleute besteht darin, daß man einen vollkommenen *Qubṭâl* auf die Erde oder die Wand des Gebäudes hinstreckt, indem man die beiden Enden fest macht. Dann setzt Du die Wage auf die Mitte des *Qubṭâl* oder auf die Mitte der Wand. Sie (die Wage) besteht aus einem viereckigen Stück Holz, auf dessen Mitte eine Linie gezogen ist. Oberhalb dieser Linie befindet sich ein Faden, an dessen Ende ein Spannungsgewicht (*Ṯaqqâla*) hängt (u. s. w.), und das ist die Figur.

Fig. 2.

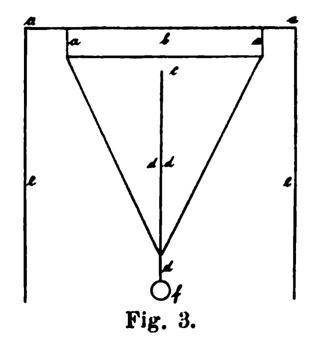
An der Figur steht bei a a *Qubṭâl*, bei b Wage, bei c c Linien. — Man hat eine Setzwage, zwischen den Linien c c hängt das Lot herunter. — Das Senkblei heißt auch *Balad* oder *Buld*.

3. Das Wägen mit dem *Murǵîqal* (wörtlich der Fledermaus) geschieht in folgender Weise: Man stellt zwei Stäbe von der Länge von einer Elle in einem Abstand von 10 Ellen am Boden oder entsprechend auf und zieht eine Schnur (*Scharîṭ*) von der Spitze des einen Stabes zu derjenigen des anderen und hängt den *Murǵîqal* in der Mitte der Schnur auf. Er

[1]) *Qubṭâl* ist das lateinische cubitale. Es ist ein langes gerades Brett.

[2]) Die Figuren sind Dozy entnommen.

[3]) Daß der Ort eben ist, wird eben dadurch erkannt, daß das Wasser überall bis zum Rand der Schüssel reicht.


Fig. 3.

besteht aus einem Dreieck aus Holz, auf dessen Mitte eine Linie gezogen ist; ferner ist an ihm ein Faden (*Chaiṭ*), an dessen Ende ein Gewicht angebracht ist (das Bleilot). Fällt dieser auf die Mittellinie des ***Murǵiqal*** und die der Erde zugewandte Spitze desselben, so haben die Stellen auf der Erde zwischen den beiden Stäben gleiche Höhe. Wenn aber der Faden von der Linie abweicht, so hebt man den Stab, bei welchem etwas mangelt, oder senkt den Stab, welcher zu hoch ist, bis das Wägen richtig ist (das Gewicht einspielt). Dann wechselt man mit dem einen der Stäbe den Ort und wägt wieder und fährt so fort bis man fertig ist.

Bei e e steht Stab, bei a Schnur, bei b c ***Murǵiqal***, und er ist ein Dreieck aus Holz, bei d Faden, bei f Gewicht ***Taqqâla***.

Diese Anordnung ist auch in der Agrikultur des *Ibn al 'Auwâm* (s. unten) besprochen, dort wird aber die Kenntnis des Instrumentes als allgemein bekannt vorausgesetzt; dort ist auch näher das Nivellieren erläutert. Das Gefälle der Kanäle muß dann nach *Philemon*[1]) mindestens etwa 5 : 1000 sein.

Statt unter die eine Stange Steine u. s. w. unterzulegen und sie so zu heben, bis die Schnur horizontal ist, verschiebt man deren Ende auf der einen Stange herab, bis dies erreicht ist (*Behâ al Din*, Essenz der Rechenkunst S. 31, in dem Kapitel: Nivellieren des Bodens zur Führung von Wasserleitungen (Kanälen *Qanât*).

Ibn al 'Auwâm gibt (Übersetzung von Cl. Mullet Bd. 1, S. 131, Ausgabe von Banqueri Bd. 1, S. 147) noch folgende Methoden zum Nivellieren und Regulieren des Terrains an.

Man bringt an die Mündung des Brunnens oder die Öffnung der Zisterne (*Fam al Bir* und *Bikâr al Ṣihriǵ*) ein gut horizontiertes Brett. An ihm befestigt man das Astrolab, so daß die Diopter sich oberhalb desselben befinden und die Löcher in ihnen genau der Öffnung des Brunnens oder der Ausflußstelle des Reservoirs entsprechen. Die Sehrichtung entspricht der, in der man den Wasserlauf führen will. Man fertigt sich dann ein quadratisches Brett. Auf seine eine Seite zeichnet man große einander berührende Kreise. Je zwei benachbarte haben entweder verschiedene Farben oder in ihren Mittelpunkten verschiedene Zeichen, die aus der Ferne gut unterscheidbar sind. Diese „Signalstange" wird dann an ihrer Stelle aufgestellt und von dem Astrolab hinvisiert, indem ein Beobachter seine Backe auf den Boden zwischen Astrolab und Ausflußstelle

---

[1]) Nach Steinschneider (Z. S. für Bibliothekswesen, Beiheft 14, S. 108) ist dies Philon der Byzantiner.

bringt und sein Auge dem Instrument möglichst nähert. Er bestimmt den Kreis, den er erblickt u. s. w. Dieses Verfahren hat Philemon (*Iflîmûn* Philon von Byzanz s. oben) in seinem Werk über das Führen (Leiten) der Gewässer (*Kitâb fî Qaud al Mijâh*) auseinandergesetzt. (Die Signalstange hat auch Heron benutzt.)

Man kann das Astrolab auch durch ein etwa eine Elle langes Brett ersetzen, in dessen Mitte eine gerade Linie gezogen ist. An seinen Enden bohrt man je ein Loch, in das man ein Eisenstück mit einem Loch (Nagel mit einem ringförmigen Kopf *Razza*) einsetzt. Man verfährt dann wie beim Astrolab.

Man verwendet auch zwei hohle Ziegel (*Qirmîd*) [die etwa halbkreisförmig sind]; der Rücken, d. h. die konvexe Seite des einen ruht auf der Erde, der andere liegt auf dem ersten, so daß das ganze eine durchbohrte Leitung (ein Rohr) bildet.

Es folgen dann genaue Angaben über die Art der Einteilung der zu besäenden Flächen u. s. w.

Behâ al Dîn (Essenz der Rechenkunst S. 35) läßt einen Mann sich so weit vom Brunnen mit einer senkrechten Stange entfernen, bis man ihre Spitze durch die beiden Löcher [des Diopterlineales] sieht. Ist die Entfernung so groß, daß man die Spitze der Stange nicht sehen kann, so bringt man an ihr ein Licht an und operiert bei Nacht.

Zur Bestimmung der Horizontalität von ebenen Flächen dient *al Châzinî*[1]), eine Pyramide mit einer gleichseitigen dreieckigen Basis. Die Pyramide ist hohl und durchsichtig. Von ihrer Spitze hängt ein Faden herab, an dessen Ende ein schwerer Punkt sich befindet. Die Basis wird auf die zu nivellierende Fläche gesetzt und über sie hinbewegt, da wo sie geneigt ist, weicht der Punkt von dem Mittelpunkt der Basis ab (Khanikoff teilt den Text nicht mit).

Die Konstruktion der zum Nivellieren dienenden Wage ist aus Khanikoffs Beschreibung nicht ganz klar zu ersehen.

Über die Leistungen der Griechen auf dem Gebiete der Vermessungen ist Cantor, Vorlesungen, zu vergleichen. Die von *Behâ al Dîn* beschriebene Methode der Höhenmessung unter Benutzung eines Spiegels ist in Euklids Optik Kap. 20 behandelt.

In ähnlicher Weise, wie dies Heron angibt, werden Höhenmessungen mittelst Schattenlängen und dem Astrolabium nach den Angaben von *Behâ al Dîn* (1547—1622) (*Behâ al Dîn*, herausgegeben von Nesselmann. Berlin 1843, S. 35 ff.) ausgeführt.

Von *Behâ al Dîn* werden die zwei Fälle behandelt, daß man zu dem Fußpunkt (*Masqiṭ Ḥaǧar*) des hohen Gegenstandes gelangen kann

---

[1]) *al Châzinî*. J. of the American Orient Soc. Bd. 6, S. 105.

und der Boden eben ist, und der Fall, daß dies nicht möglich ist, wie beim Berge.

Ferner wird die Tiefe eines Brunnens ermittelt, indem man von der Mitte des Durchmessers desselben, über den ein Stab gelegt ist, einen glänzenden Gegenstand A bis auf den Grund senkt und mit dem Diopterlineal über den Rand des Brunnens nach A hinvisiert.

Für die Messung der Breite eines Flusses gibt er folgende Methode: Stelle Dich an das Ufer des Flusses und beobachte sein anderes Ufer durch das Diopterlineal (die beiden Löcher der *al 'Idâda*); dann kehre Dich um, so daß Du durch dieselben eine Stelle (a) des Bodens siehst, während das Astrolab an seinem Platze bleibt (man dreht dasselbe nur um eine vertikale Achse um 180°); dann ist der Abstand zwischen Deinem Standpunkte und jener Stelle (a) gleich der Breite des Flusses.

Eine Schrift von *Ibn al Haiṯam* über die Bestimmung der Höhe der aufrechtstehenden Gegenstände, der Berge und der Wolken (vgl. Suter, Math. S. 93) wird von Suter herausgegeben.

In einer Dissertation über das Astrolab (Berlin, Katalog Bd. 5, S. 228, Nr. 5794) hat *al Bêrûnî* eine ganze Reihe von geodätischen Aufgaben ausgeführt, sie sind folgende:

Bestimmung der Länge, der Höhe (senkrechten Erhebung) eines Minaretes, einer Mauer, eines Berges u. s. w., wenn man zu dem Ursprung der Höhe, d. h. dem Fußpunkt ihrer Spitze gelangen kann. — Bestimmung des Abstandes zwischen Dir und dem Ursprung der Höhe eines Berges, einer Mauer, eines Minaretes, falls diese bekannt ist, und man nicht an den Ursprung der Höhe gelangen kann. — Bestimmung der Höhen der Berge u. s. w. und der Fußpunkte ihrer Spitzen, wenn man nicht an sie herankann. — Bestimmung der Breiten von Tälern, zwischen deren Rändern und Ufern man kein Seil ziehen kann, und Bestimmung des Abstandes zwischen Dir und irgendeinem Ort auf der Oberfläche der ebenen Erde, falls Du nicht dahin gelangen kannst. — Bestimmung des Abstandes zwischen zwei voneinander entfernten Dingen auf der Oberfläche der Erde, zu denen man nicht gelangen kann. — Bestimmung des Abstandes zwischen zwei Dingen, von denen der eine sich an der Erdoberfläche, der andere sich oberhalb derselben befindet. — Bestimmung der Tiefe von verschiedenen Brunnen (*Bir* und *Rakija*[1])). — Bestimmung der Größe der Krümmung der Erde[2]).

In einer anderen Schrift, Dissertation über den Gebrauch des Astrolab (ibid. S. 234, Nr. 5798), sind folgende entsprechende Kapitel aufgeführt:

---

[1]) *Rakija* heißt ein Brunnen nur, wenn er Wasser enthält, *Bir* jeder Brunnen (vgl. Jacob, Beduinenleben S. 169).

[2]) Zu dieser Bestimmung, die *al Bêrûnî* wirklich in Indien ausführte, vgl. E. Nallino, Il valore metrico del grado di meridiano secondo in geographi arabi. Torino 1893.

Bestimmung der Erhebung jedes Dinges, das auf der Horizontalebene senkrecht steht, und bei dem man den Abstand zwischen Dir und dem Fußpunkt der Höhe mit der Elle messen kann. — Bestimmung der Weite jedes weiten Dinges, wie von Flüssen und Tälern und Teichen und ähnlichem. — Bestimmung der Größe, der Tiefe der vertieften Gegenstände, wie der Brunnen, der Täler, der Zisternen [1]) und ähnlichem. — Bestimmung der Höhe von dem, dessen Abstand von Dir Du nicht mit der Elle messen kannst, aus der Ferne, wie der Höhe der Berge und ähnlichem, wozu man wegen Hindernissen nicht gelangen kann.

Die Texte sind ziemlich kurz, der erste umfaßt etwa 6, der zweite 4 Seiten.

Inwieweit *al Bêrûnîs* Verfahren sich mit denjenigen, welche die Griechen und Römer verwendeten, decken, kann erst nach einer Einsicht des arabischen Textes festgestellt werden. Die Probleme sind jedenfalls sehr ähnliche (vgl. Cantor, Vorlesungen Bd. 1, S. 356/357).

Al Nairîzî schrieb: Werk über die Weise und die Herstellung der Instrumente, durch welche die Entfernungen der Dinge offenbar werden. (Die Übersetzung von Suter kann Mißverständnisse geben, man könnte auf Fernrohre schließen, al Fih. S. 279, Z. 17 von oben.)

Von Marokko berichtet *Edrîsî* (Text S. 67/68, Übersetzung S. 77/78), daß dort die Gärten durch einen schönen mechanischen Kunstgriff (*Ṣanʿa handasîja*) von *ʿUbaid Allâh Jûnus*, dem Ingenieur (*al Muhandis*) bewässert wurden.

Er grub an der höchsten Stelle des Terrains einen viereckigen Brunnen von großen Dimensionen, dann führte er einen Kanal an der Erdoberfläche allmählich von der obersten Stelle nach der tiefsten, indem er schrittweise mit der Wage (*Mîzân*) fortschritt, bis daß das Wasser zum Garten gelangte. — Andere Einwohner taten dasselbe. — Bemerkt wird, daß die Tatsache, daß man auch bei kleinem unmerklichem Gefälle das Wasser herabführen kann, ihre Ursache im Nivellieren (*al Wazn lil Arḍ*) der Erde hat.

Von Arabern rühren viele Schriften über Geodäsie her.

Es seien diejenigen von *al Kindî* erwähnt (Suter, Übersetzung S. 14. Fihrist S. 266). Dissertation über die Berichte von den Entfernungen der Körper (*Aǵrâm* wohl Himmelskörper). Dissertation über die Auffindung der Entfernung des Mondzentrums von der Erde. Dissertation über die Erfindung und Konstruktion eines Instrumentes, um die Entfernungen der Körper zu finden. Dissertation über die Konstruktion eines Instrumentes zur Bestimmung der Entfernung der direkt gesehenen Gegenstände. Dissertation über die Bestimmung der Entfernungen der Berggipfel.

---

[1]) Es ist wohl zu lesen *al Ṣahârîǵ* statt *al Fahâwîǵ*.

IV. Über Stauwerke.

Es mögen einige Angaben über Stauwerke folgen, von denen eines der bedeutendsten das bei *Ahwâz* war.

Eine ausführliche Beschreibung der Wassersperre, des *Schâdurwân*, bei *Ahwâz*, gibt *Muqaddasî*[1]):

Sie (die Stadt *Ahwâz*) ist *Ramla* ähnlich; sie liegt auf beiden Seiten (des Flusses), nur ist die *Gâmi'* und die Hauptmasse der Märkte auf dem persischen Ufer. Das *'irâqische* Ufer bildet eine Insel, hinter der sich die Säule des Flusses (*Nahr*) befindet; sie ist gerade so konstruiert wie diejenige, die wir bei *Fusṭâṭ*[2]) in Ägypten beschrieben haben. Zwischen beiden findet sich eine Brücke (auf ihr steht eine Moschee).

Auf diesem Fluß befindet sich eine Anzahl von *Daulâb*, die das Wasser in Umdrehung versetzt, sie heißen *al Nâ'ûra*. Dann fließt das Wasser in erhöhten Kanälen zu den Wasserreservoiren der Stadt; einiges fließt zu den Gärten und gelangt bei der Säule hinter der Insel in Rufweite (*Ṣaiḥa*) zu dem *Schâdurwân*, dieser wurde wunderbar aus Felsblöcken erbaut, um das Wasser hinter ihnen aufzustauen. Dort sind Springbrunnen und Wunderwerke. Der *Schâdurwân* hält das Wasser zurück und verteilt es in drei Kanäle, die sich nach ihren Vorstädten erstrecken und ihre Saaten bewässern. Sie sagen, wäre der *Schâdurwân* nicht da, so würde *Ahwâz* nicht kultiviert sein und keinen Nutzen von seinen Kanälen haben.

An dem *Schâdurwân* befinden sich Tore, die geöffnet werden, falls das Wasser zu hoch wird; täte man das nicht, so würde *Ahwâz* ertränkt werden. Von dem strömenden Wasser hört man ein Geräusch, das den größten Teil des Jahres den Schlaf fernhält. Am stärksten ist es im Winter, denn es kommt vom Regen und nicht vom Schnee[3]). Der Fluß (*Nahr*) *Maschruqân* fließt durch den untersten Teil der Stadt, nur ist er gewöhnlich trocken. Das Wasser wird an einem Ort mit Namen *al Dauraq* gestaut. *Ahwâz* ist infolge dieser Kanäle fruchtbar, und die Schiffe gehen und kommen und setzen über den Fluß wie bei *Baġdâd*. Die Kanäle teilen sich am obersten Teile der Stadt und vereinigen sich am unteren an einem Ort Namens *Kârschnân*. Von dort fahren die Schiffe nach *Baṣra*, und sie haben wunderbare Mühlen (*Ṭâḥûn*) auf dem Wasser.

---

[1]) *al Muqaddasî* S. 411.

[2]) Über den Nilmesser in Cairo findet sich u. a. Literatur in der Schrift von *Chauvin*, Le régime légal des eaux chez les Arabes (Ve Congrès d'hydrologie Lüttich 1898). Hier sind auch die nordafrikanischen Wasserbauten aus dem Altertum im Anschluß an Du Coudray de la Blanchère, Nouvelles Archives des missions scientifiques Bd. 7, S. 1—108, besprochen.

Zur Literatur über die Ägyptischen Wasserverhältnisse vgl. *Chauvin* a. a. O.

[3]) Hier ist wohl gemeint, daß den Fluß der Regen anschwellen läßt, der im Winter fällt, und nicht das Wasser des schmelzenden Schnee, das im Sommer am stärksten auftritt.

Wenige Zeilen weiter heißt es:

„Die anderen Städte liegen an Flüssen, welche Ebbe und Flut haben“.

Bei *Jâqût* heißt es bei *Ahwâz* (Bd. 1, S. 411): Über dieses Tal ist eine große Brücke gespannt, auf der sich eine geräumige Moschee befindet, sowie wundervolle Mühlen (*Raḥà*) und wunderbare Wasserräder (*Nâ'ûra*) sich befinden. (Barbier de Meynard übersetzt in seinem Dictionnaire „Wasser- und Windmühlen“; doch liegt für Windmühlen kein Grund vor.)

Auf Dämmen über Flüssen sind vielfach Mühlen angebracht, so ist über den Fluß bei Kordova ein Damm (*Raṣîf Sudd*) gebaut; auf ihm befinden sich 3 Mühlengebäude (*Raḥà*) und in jedem der Häuser sind 4 Mühlen (*Miṭhân*) (*Edrîsî*, Text S. 212, Übersetzung S. 263).

Diese Stelle wie auch andere lehrt, daß sich in demselben Gebäude mehrere Mühlen befanden.

Den Damm (persisch: *Band*) bei *Ahwâz* erwähnt auch L. Selby gelegentlich seiner Fahrt den Euphrat aufwärts 1842 und ist voll Lobes über die Bauart. Er sagt: „Der Damm legt noch ein starkes Zeugnis von dem Fortschritt der Einwohner in der Kunst zu bauen ab; indem der Mörtel, den sie benutzt haben, dauerhafter als der Fels selbst ist, aus dem der Damm gebaut ist, da dieser an vielen Stellen verwittert ist, während der Mörtel als Erhöhung stehen geblieben ist (L. Selby, Journ. Roy. Geogr. Soc. of London Bd. 14, S. 226. 1847; in diesem Werke ist auch sonst vielfach von den Dämmen gehandelt, die in Mesopotamien in den Flüssen errichtet waren, um die Schiffahrt zu hindern).

Von einem Damm, *Schâdurwân*, mittelst dessen Ländereien bewässert werden, bei dem Kanal *al Qâtûl* ist auch bei *Jâqût* (Bd. 4, S. 16) die Rede.

Den Lauf des *Qâtûl*, der aus dem Tigris austritt und wieder in ihm mündet, behandelt *Abu'l Fidâ* (Geographie S. 55) ausführlich, in seinem unteren Lauf heißt er *al Nahrawân* (nach *Jâqût* meist *Nihrawân*). Die Verhältnisse sind von Le Strange (Persia S. 57 ff.) sehr genau geschildert. Nach ihm verläßt der *Qâtûl*-Kanal den Tigris an dessen östlichem Ufer oberhalb von *Samarra*, ein wenig kanalabwärts findet sich nach der Karte ein *Schâdurwân*; er umgeht *Baġdâd*, wobei unterhalb der Stadt *Nahrawân* wiederum verschiedene *Schâdurwân* vorhanden sind.

Von einem anderen Stauwerk heißt es[1]):

Und *'Aḍud al Daula* dämmte den Fluß, der sich zwischen *Schîrâz* und *Iṣṭachr* befindet, ab durch eine gewaltige Mauer, deren Fundamente er durch Blei legte (wohl zusammenschloß)[2]). Das Wasser wird hinter ihm aufgestaut und steht höher. Auf ihm brachte er auf den beiden Seiten 10 Wasserräder an, wie wir das bei *Chûzistân* (bei *Ahwâz*) besprochen

---

[1]) *Muqaddasi* S. 444.

[2]) Ein anderer Text hat *al Milâṭ* (der Mörtel) der Fundamente war das Blei (Muq. S. 444, Anm. o.).

21*

haben, und unter jedem Wasserrad eine Mühle, und es gehört heute zu den Wundern von *Fars* (Provinz Persiens). Dort baute er eine Stadt und leitete das Wasser in Kanäle und versah 300 Orte mit Wasser[1]).

Das berühmteste Stauwerk befindet sich bei Schuster (*Tuster*).

Bei *Qazwînî* Bd. 1, S. 114[2]) ist die Schilderung folgende: *Tuster* (Schuster) ist eine berühmte Stadt, die Hauptstadt von *Ahwâz*. Das Wasser fließt um sie herum. Bei ihr befindet sich der *Schâdurwân*, den *Schâpûr* (240—271 n. Chr.) baute. Er gehört zu den wunderbarsten und festgefügtesten Bauten. Er erstreckt sich auf beinahe eine Meile, so daß das Wasser nach *Tuster* zurückgestaut wird. Es ist ein wunderbares Kunstwerk, erbaut aus Steinen, die durch eiserne Stäbe (*ʿAmûd*) und Mörtel (*Milâṭ*) aus Blei festgefügt sind. Nur dank diesem *Schâdurwân* kehrt das Wasser nach *Tuster* zurück; ohne ihn wäre es nicht möglich, denn die Stadt liegt an einem hochgelegenen Ort.

Bei *Abu'l Fidâ* heißt es (Text S. 315, Übersetzung II[2] S. 86). Bei ihm (*Tuster*) baute der König *Schâpûr* einen Damm (*Sikr*). Seine Länge betrug etwa eine Meile, um das Wasser nach der Stadt zu erheben, wegen des Ansteigens des Terrains.

In *Ibn Baṭûṭa* (Bd. 2, S. 24) steht folgender Vers von *Ibn Ǵuzaij*, dem Bearbeiter des Berichtes von *Ibn Baṭûṭa*:

„Betrachte den *Schâdurwân* und bewundere, wie er die Wasser sammelt, um die umliegende Landschaft reichlich zu bewässern:

Wie der König eines Volkes dessen Reichtümer sammelt, um sie am nächsten Morgen unter seinem Heere zu verteilen."

Ṭabarî[3]) gibt folgenden Bericht: Man sagt, er (*Schâpûr*) habe auch einen römischen Kaiser Valerianus in der Stadt Antiochia belagert, gefangen genommen, mit einer großen Menschenmenge fortgeführt und sie in *Gundê Schâpûr* angesiedelt. Er soll Valerianus gezwungen haben, den *Schâdurwân* von *Tuster* in einer Breite von 1000 Ellen zu erbauen. Der Römer, heißt es, habe dies durch Leute ausgeführt, die er aus seinem Reich herbeigezogen u. s. w.

Auch *Masʿûdi*[4]), der aber die ganze Sache irrig unter die Regierung

---

[1]) In einer anderen Handschrift heißt es: „und er machte auf jeder Seite Bögen, aus denen das Wasser sich tosend mit Ungestüm auf den untersten Teil der *Nâʿûra's* ergoß und sie drehte. An ihnen und zwar an dem sich drehenden Teil derselben befinden sich Zellen (Kästen *Bait*), die sich mit Wasser füllen. Haben sie sich im Kreise herumbewegt, so schütten sie das Wasser in Kanäle, die es in 300 Orte verteilen.

[2]) Ähnlich oder auch kürzer berichten *Ibn Ḥauqal* S. 172 u. 174. *Iṣtachrî* S. 89 u. 92. *Jâqût* Bd. 1, S. 848 (dort lies statt „*Bilâṭ*" „*Milâṭ*". *Ibn Chordâḏbeh* (Text S. 162, Übersetzung S. 124).

[3]) *Ṭabarî* Bd. 1, S. 826/827. Th. Nöldecke, Geschichte der Perser und Araber etc. 1879. S. 32/33.

[4]) *Masʿûdi*, Prairies d'or Bd. 2, S. 184.

von *Schâpûr II.* verlegt, berichtet von der Erbauung der *Schâḏurwân*: Der Kaiser baute den *Schâḏurwân* für den Fluß der Stadt *Tuster*. Der *Schâḏurwân* ist ein gewaltiges Wehr (*Musannât*) und ein Damm (*Sikr*) aus Stein, Eisen und Blei.

Firdosî erzählt in seiner *Schâhnâme* (Traduit par J. Mohl, Tome V, S. 313/15):

Daß *Schâpûr* einen byzantinischen Feldherrn mit Namen *Barnôsch* (also nicht den Kaiser) gefangen genommen habe und zu ihm bei Schuster sagte:

„Bist Du ein Geometer, so wirst Du an dieser Stelle eine Brücke ähnlich einer Schnur schlagen; denn wir werden zur Erde zurückkehren, die Brücke wird aber dank der Wissenschaft, die uns Gott, unser Führer, gegeben hat, bleiben. Wenn Du die Brücke 1000 Ellen lang machen wirst, so wirst Du aus meinem Schatz alles, was dazu nötig ist, erhalten. Führe in diesem Lande durch die Wissenschaft der Byzantiner große Werke aus. Wenn die Brücke einen Zugang zu meinem Palast eröffnet, so gehe über sie, und sei mein Gast, so lange Du lebst, in Sicherheit und Freude und fern vom Übel und der Gewalt von Ahriman“. Der treffliche *Barnôsch* machte sich ans Werk und vollendete diese Brücke in drei Jahren.

Historisch und technisch wäre über den Bau des *Schâḏurwân* bei Schuster folgendes zu bemerken (vgl. Justi, Geschichte Persiens S. 183). Der Perserkönig *Schâpûr* schlug (260) den Kaiser Valerian und nahm ihn nebst zahlreichen anderen Römern gefangen; sie mußten bei der Anlage unseres Wasserwerkes helfen. Da Schuster etwas höher als das Flußufer liegt, mußte man das Niveau des Wassers erhöhen, was dadurch geschah, daß man oberhalb der Stadt den Fluß in ein großes Bassin verwandelte. Der östlich Schuster umfließende, aus dem Strom abgeleitete Kanal wurde durch einen Damm aus Granit und ebenso der Fluß durch einen zweiten Damm 600 Schritt lang, 14 Schritt breit, oben mit einer Brücke von 44 Bogen gesperrt; durch beide strömte das Wasser mittelst enger Öffnungen und staute sich daher oberhalb der Deiche. Oberhalb des Flußdammes mündete dann in gehöriger Höhe ein Tunnel, der das Wasser unter der Burg noch in die Stadt und die angrenzenden Felder führte, so daß das Wasser im Tunnel höher stand als das Wasser des Flusses und des Kanales unterhalb der Deiche.

Durch Wasser, welches der Abzweigung entnommen ist, werden dann zahlreiche Mühlen getrieben.

Abbildungen der Brücke und des Dammes zwischen den Anlagen hat Dieulafoy gegeben, sie sind auch Globus Bd. 49, S. 341 und 355 wiedergegeben; von der Brücke gibt G. N. Curzon (Persia Bd. 2, S. 374) dieselbe, von dem Damm und den Mühlen S. 373 eine etwas andere Ansicht wie Dieulafoy.

Eine sehr vollkommene Schilderung der Verhältnisse unter kritischer Behandlung aller früheren Angaben gibt G. N. Curzon in Persia Bd. 2, S. 372 ff. Le Strange, The Lands of the eastern caliphate, erwähnt die Stauwerke S. 234 u. 235.

Von Literatur wäre noch zu erwähnen die Arbeit von A. H. Schindler (Z. S. d. Gesellsch. für Erdkunde, Berlin, Bd. 14, S. 41. 1879). Layard (Journ. Roy. Geogr. Soc. of London Bd. 16, S. 27. 1846).

Sehr eingehende Schilderungen der jetzigen Verhältnisse und der Geschichte der Dämme bei *Schuster* und *Ahwâz* gibt Ritter, Erdkunde Bd. 9 bei Besprechung dieser Orte. Eine zusammenfassende Darstellung über die Verhältnisse bei Schuster gibt Merckel, Geschichte der Ingenieurtechnik S. 588.

Die ganze Anlage der Dämme bei Schuster sind auch sehr ausführlich auf Grund der Quellen und einer Autopsie von Rawlinson geschildert (Journ. Roy. Geogr. Soc. Bd. 9, S. 73 ff. 1839). Er bemerkt, daß der Boden des durch die Stauung entstandenen Reservoirs mit behauenen Steinen belegt war, die durch Metallklammern zusammengehalten wurden.

Nach andern war nicht nur der Damm, sondern auch die den Kanal bildenden Wände aus großen mit Metallklammern zusammengehaltenen Quadern hergestellt.

Nach Le Strange (Persia S. 57) bedeutet *Schâḏurwân* eigentlich nicht Wehr, sondern einen Teil eines Kanales oder Flußbettes, das gepflastert und mit Dämmen versehen ist, um den Strom zu begrenzen.

Zugleich bemerkt er, daß in der klassischen Zeit *Ǵisr* die Schiffsbrücke, *Qanṭara* eine gemauerte Brücke mit Bögen ist. *Ǵisr* kann aber manchmal auch die zweite Bedeutung haben, *Qanṭara* auch einen Viadukt oder Aquädukt bedeuten. Das Wort ist den Byzantinern entlehnt, die *κέντρον* für den mittleren Bogen einer Brücke und dann für den ganzen Bogen benutzen.

Schiffsbrücken sind auch beschrieben, so diejenige von *Ḥilla* bei *Ibn Baṭûta* (Bd. 2, S. 97): Dort ist eine große Brücke (*Ǵisr*), die auf Schiffen (*Markab*) verlegt ist, die miteinander verbunden und zwischen beiden Ufern aufgestellt sind. Auf den Seiten umgeben sie eiserne Ketten, welche an beiden Ufern an gewaltigen Holzpfosten befestigt sind, die man an den Ufern fest einpflanzt. Bei *Tuster* (ibid. S. 24) ist von einer *Ǵisr* auf Schiffen (*Qârib*) die Rede. Die beiden Brücken von *Baġdâd* (ibid. S. 125) sind wie die in *Ḥilla* konstruiert.

Dieselbe Beschreibung der Brücke bei *Ḥilla* findet sich bei *Ibn Ǵubair* (Text S. 125, Übersetzung von Schiaparelli S. 201). Dort wird noch beigefügt, daß die Seile an Größe und Dicke gedrehten Armen entsprechen. Es heißt dann weiter „sie war ein Zeichen für die Größe und Macht. *Al Nâṣir li Dîn Allâh* (1180—1225) schlug die Brücke über den Euphrat, um den Pilgern zu dienen, denen er den Übergang erleichtern wollte, der früher durch Barken geschah.

al Schâḏurwân hat auch nach zahlreichen von Dozy (Suppl. Bd. 1, S. 715) mitgeteilten Stellen die Bedeutung eines gewöhnlichen Springbrunnens mit Becken, sowie eines Springbrunnens mit Glasstücken oder Glaskugeln, welche durch das Wasser bewegt werden und dann klingen.

al Schâdurwân bedeutet auch die Grundmauer um einen Teil der *Ka'ba*, die sehr genau von *Ibn Rosteh* (S. 37) beschrieben ist. Bei den Moscheen trägt diesen Namen jetzt der bei ihnen befindliche Brunnen (vgl. auch Dozy, Suppl. Bd. 1, S. 715).

Erwähnt sei auch die poetische Schilderung des Beckens (Teiches) in einem Schloß zu Cordova, in das das Wasser von einem *Schâdurwân*, nämlich von den Mäulern von Vögeln, Giraffen und Löwen fließt. *Maqqarî* Bd. 1, S. 324 sagt dann: All dieses ist in der Burg, in deren Beschreibung er, nämlich *Ibn Hamdîs al Saqali* (aus Sizilien)[1], in einer langen *Qasîde* sich ergeht: Und sein Wasser sind silberne Barren, die über die Gesträuche am *Schâdurwân* dahinschmelzen u. s. w.

In einem Gedicht von *'Abd al Rahmân Ibn Muhammad Ibn 'Omar al Butîrî* aus Sizilien wird davon gesprochen, daß die Löwen des *Schadurwân* (in einem Palast von Palermo) Wasser ausschütten, das selbst mit dem des *Kautar* (dem Hauptfluß des Paradies) verglichen wird[2].

Bei der Schilderung eines Schlosses bei Damaskus (vgl. *Ibn Ǵubair* S. 278) heißt es:

Und dort ist eine Wasserkunst (*Siqâja*), wie man keine schönere sieht. Von oben wird das Wasser hineingetrieben und ergießt sich über einen *Schâdurwân* in der Wand, der mit einem marmornen Becken in Verbindung steht. In dieses fällt das Wasser, und es gibt keinen schöneren Anblick. Hinter diesem befinden sich die Reinigungsausgüsse (*Mathara*, es sind die Röhren, aus denen das Wasser zum Reinigen ausfließt), aus denen das Wasser in jeder Zelle ausfließt. Es bewegt sich nach der Seite, welche der Wand des *Schâdurwân* anliegt.

Ein sehr großer Staudamm war bei *Mârib* in Südwestarabien errichtet worden. E. Glaser beschreibt ihn ausführlich.

Über seine Gründung und kleine Reparaturen berichten mehrere Inschriften. Eine genaue Schilderung des ganzen Dammes, sowie von einem Bruch und der Wiederherstellung desselben (etwa im Jahre 450 n. Chr.) berichtet eine von E. Glaser publizierte und übersetzte sabäische Inschrift. Wie gewaltig die Bauten waren, geht aus der Bemerkung hervor, daß die Breite des oberen Teiles auf (um?) sechs Ellen erhöht (vergrößert) wurde. Zahlreiche technische Ausdrücke erschweren das Verständnis im einzelnen. Sehr eingehend hat C. Merckel die Bauten

---

[1]) † 1095; vgl. Brockelmann Bd. 1, S. 269.

[2]) G. de Slane. J. asiatique (3 ser.) Bd. 11, S. 367. 1841; die Verse stehen bei *Edrisi*. In demselben Gedicht steht [Und dort ist] ein Ort, wo man spielt (vielleicht das römische Theater), das alle Gebäude überstrahlt, die geometrisch (architektonisch) angelegt sind (*handasija*).

besprochen und zu rekonstruieren gesucht, freilich ohne Glasers Studien zu kennen[1]).

Die Errichtung solcher Staudämme in Südarabien weist darauf hin, daß dort wenigstens früher sehr reichliche Regenfälle vorhanden waren. Die Gründe hierfür dürften ähnliche gewesen sein wie für die jetzige Zunahme der Niederschläge in Nordägypten.

Kaum eine technische Anlage hat in dem Maße zahlreiche Kreise erregt wie der Staudamm bei der Insel *Philae*, durch den Ägyptens Bewässerung geregelt werden soll. Schon die Araber trugen sich mit ähnlichen Plänen. Von dem großen arabischen Mathematiker und Physiker *Ibn al Haiṯam* berichtet uns *Ibn Abî Uṣaibi'a*, daß er einen solchen Plan entworfen (vgl. den Bericht der arabischen Biographen z. B. bei E. Wiedemann, *Ibn al Haiṯam*, in Festschrift für Prof. Rosenthal. 1906).

Die Idee zu dem oben besprochenen Plane dürfte aber nicht in *Ibn al Haiṯams* eigenem Kopfe entsprungen sein, denn in der Nähe von *Baṣra,* seiner Heimatstadt, befand sich der oben besprochene *Schaḏurwân,* der ihm bekannt sein mußte. Wir haben hier den so oft vorkommenden Fall einer Übertragung persischer Kenntnisse nach Ägypten.

Von der Verbindung von Steinen durch Blei allein oder durch Blei und Eisen ist sehr vielfach bei den Arabern die Rede. Ob im ersten Fall einfach Blei auf eine erste Lage der Steine gegossen wurde, auf das dann die anderen Steine gelagert wurden, wie jetzt Bleiplatten als Zwischenlage benutzt werden, um eine sichere Auflagerung einzelner Steine zu erzielen, bleibe dahingestellt, ebenso ob Blei in die Fugen gegossen wurde. Meist ist das Verfahren so, daß in zwei Steine A und B Löcher a und b geschlagen werden, in die eine Eisenklammer C eingesetzt wird; a und b werden dann mit Blei ausgegossen.

Einige weitere Stellen über solche Verbindungen seien mitgeteilt.

---

[1]) E. Glaser. Mitteil. d. Vorderasiat. Ges. 1897, no. 6. Berlin; vgl. auch C. Merckel, Ingenieurkunst des Altertums, S. 122. Berlin 1899.

Ältere Literatur über die Stauwerke bei *Mârib* gibt V. Chauvin (Ve Congrès internationale d'Hydrologie etc. Lüttich 1898, S. 340).

Von der großen Brücke bei *Toledo* heißt es bei *Qazwînî*[1]):

Bei *Toledo* ist die wunderbare Brücke; nach denen, die sie beschrieben, ist sie ein Bogen, von dem einen Rande des Tales zu dem anderen; auf der ganzen Erdoberfläche sieht man keinen größeren Brückenbogen als diesen, außer der Brücke von *Tyrus*. *Muḥammad Ibn 'Abd al Raḥîm* aus Granada berichtet: In der Nähe von Toledo ist ein großer Fluß; über ihn bauten die *Ǵinnen* (Genien) eine hohe Brücke aus Fels von Berg zu Berg, als ob es ein Regenbogen wäre. Jeder Felsblock ist wie ein großes Haus. Diese Steine verbanden sie mit Balken (*Ǵiḏ'*) aus Eisen und gossen darauf schwarzes Blei, und sie ist ein einziger Bogen. Die, die sie betrachten, verwundern sich wegen der Schönheit ihrer Bauweise.

Von dem Götzenbild bei Cadix (*Qâdis*), das die Schiffe am Eintritt in das Mittelmeer hinderte, heißt es, daß es auf großen runden Blöcken aufgestellt war, von denen jeder an dem anderen mittels Eisen und Blei befestigt war. Das Götzenbild selbst war aus Kupfer und mit Gold bekleidet, um es gegen den Salzgehalt (die Salzigkeit) des Meeres zu schützen (*al Dimaschqî* Text S. 244, Übersetzung S. 348).

Ausführlich wird über die Herstellung des Idoles gehandelt bei *Qazwînî* Bd. 2, S. 369, dort ist aber nur von Steinen und Blei die Rede.

Über die Wasserleitung nach Cadix berichtet *Qazwînî* (Bd. 2, S. 369): Der das Wasser zuführte (*Ṣâḥib al Mâ*, der Wasserbaumeister), errichtete in der Mitte des Meeres ein wohlgefügtes Bauwerk, das er mit Stein und Blei verfestigte. Es war so ausgehöhlt, daß es kein Seewasser aufnahm. Das Wasser führte er ihm aus einem Fluß des Festlandes zu, bis es zu der Insel Cadix kam. Ein Überbleibsel dieses Werkes sieht man noch jetzt in dem Meer, nur ist es infolge der Länge der Zeit verfallen (vgl. auch Beiträge VI, S. 84).

Stellen, wo sonst noch von dem Verbinden der Steine mit Blei die Rede ist, sind folgende:

Bei *Iṣṭachrî* kommt vor: Sie bauten sie aus Steinen, die durch Blei verfestigt waren. Bei *al Bekrî* S. 50 heißt es: er baute kleine Gewölbe und verband mit Blei.

Von den Wänden, dem Dach, dem Pflaster der Moschee in *Dehli* heißt es, daß sie aus weißen Steinen bestanden, die außerordentlich sorgfältig behauen waren und durch Blei sehr fest verbunden waren (*Ibn Baṭ*. Bd. 3, S. 150).

Die Säulen der Moschee in *Kûfa* bestanden aus großen behauenen Steinen, die übereinandergelegt und durch Blei zusammengegossen waren (*Ibn Baṭ*. Bd. 2, S. 94).

Über einen in Konstantinopel auf dem *Maidân* befindlichen mit Blei und Eisen gefestigten Turm vgl. Beiträge V, S. 412.

---

[1]) *Qazwînî* Bd. 2, S. 366; vgl. zu ihm G. Jacob, Berichterstatter S. 69 und Studien in arab. Geographen III, S. 73.

Von den Füßen des Reiterstandbildes auf der Justinianssäule (*Qazwînî* Bd. 2, S. 47 sagt Konstantinssäule), heißt es: sie sind mit Blei auf dem Stein festgemacht (*muḥkam*). (Jacob, Berichterstatter S. 73.)

Von dem Leuchtturm von Alexandria heißt es, daß er aus Steinen mit Namen *al Kaddân*[1]) erbaut ist.

„Und das Blei ist in den Verbindungen der Steine geschmolzen worden (*ufriǵ*); der eine [Stein] ist mit dem anderen durch eine solche Verbindung verbunden, daß sein Zwillingsbruder nicht locker wird (*Edrisi* Text S. 139, Übersetzung S. 166; vgl. auch *Ibn Ḥauqal* S. 100, wo es heißt: dort ist der Leuchtturm, der aus Steinen erbaut ist, die zusammengepaßt und durch Blei zusammengefaßt sind).

Der Leuchtturm von Alexandria ist sehr vielfach von den Arabern behandelt und gepriesen worden. Er gehört bei ihnen zu den vier Wundern der Welt diese sind er selbst, die Kirche zu Edessa, die große Moschee zu Damaskus und die große Brücke über den Fluß *Sanǵa*, in der Gegend des oberen Euphrat, die aus einem einzelnen Bogen von 200 Schritt Spannweite und aus wohlgefügten (*muhandam*) Steinen bestand.

Von *Ibn al Faqîh* werden S. 255 u. a. folgende hervorragende Bauten aufgeführt.

Der Leuchtturm von Alexandria, die Säule von Heliopolis, die Pyramiden, die Brücke (*Ǵisr*) in *Âdana* (in Kleinasien), die Brücke (*Qanṭara*) *Sanǵa*, die Kirche in Edessa (*Ruhâ*), die Säulenhalle von Ktesiphon (*Madâin*), der Thron des *Schebdiz*, *Behistûn*, die Säulen der Räuberburg (*Qaṣr al Luṣuṣ*)[2]), das Werk des *Dukkân* (Estrade, Säulenhalle), der Löwe, welcher in *Hamadân* ist[3]), der Bogen (*Ṭâq*) von *Tabanâbar*[4]),

---

[1]) Vgl. Glossaire zu *Ibn Ǵubair* u. M. de Slane, J. asiat. (5), Bd. 13, S. 336. 1859, bei der Behandlung der Geographie von *al Bekrî*. Dort heißt das Wort *Ǵaddân*; es bedeutet nach Slane eine Art weichen Steines. Es ist nach ihm wahrscheinlich der Kalkstein, der in Nordafrika zur Herstellung kurzer Säulen, von Schwellen und Türabschlüssen dient. Sehr ausführlich behandelt das Wort *Kaddân* Dozy (Suppl. Bd. 2, S. 450), nach ihm ist es *Tuff*.

[2]) Die Burg heißt auch *Kinkiwar* oder *Qaṣr Schîrîn*, vgl. *Jâqût* Bd. 4, S. 121, 112 u. 312, sowie Dictionnaire de Géographie de la Perse S. 448, 450, 495.

[3]) Von dem Löwen wird viel gehandelt. Es ist eine alte Statue, die wie alle solche, für einen großen Talismân galt; vgl. *Jâqût* Bd. 4, S. 991, Dictionnaire de Géographie 597.

[4]) Bei *Ibn al Faqîh* S. 243 heißt es: und bei *Hamadân* ist ein großer Fels an einem Ort mit Namen *Tabanâbar*. Das dort befindliche Gewölbe wird dann beschrieben.

der Fisch und der Stier in *Nehâwend*[1]), die Wunder von Byzanz (*Rûm*), der Turm (*Minâra*) mit den Hufen in *Hamadân*[2]) u. s. w.

Eine andere lange Zusammenstellung von wunderbaren Bauten findet sich bei *al Dimaschqî* (S. 28ff. der Übersetzung); dort ist auch von dem Leuchtturm von Alexandria und dem wunderbaren Spiegel, der sich auf ihm befand, gehandelt.

Auch *Chordâdbeh* (S. 120) gibt eine solche Zusammenstellung.

Für das Gießen von Metallen u. s. w., wie für das Verbinden der Steine mit Blei wird das Verbum *farağ* in verschiedenen Formen benutzt (die Beispiele sind Dozy und de Goeje, Glossar zu *Edrîsî*, entnommen).

Das Wort wird nach *Zamachscharî* bei einem Gefäß und dem Dirham benutzt, die in dem *Qâlib* (Form) gegossen (*maṣbûb*) und nicht geschlagen (gehämmert) sind. Man spricht von *al Ifrâğ* der Kunst zu gießen und dem *Mufarriğ* dem Gießer. Das Wort wird auch von gegossenen Säulen aus Kupfer (*Edrîsî* in Bibl. arab. Sic. p. 18, Z. 7 v. unten) und von großen gegossenen Türen aus Messing (*al Nuḥâs al aṣfar*) (*Qazwînî* Bd. 2, S. 398, Z. 13 v. unten), beide in Rom, benutzt.

Bei *Maqqarî* (Bd. 1, S. 372, Z. 10) bei der Beschreibung der Stadt *Zahrâ* ist die Rede von Säulen, als ob sie nur in Formen gegossen wären und Farben hätten wie die Wiesen.

Ibn Baṭûṭa (Bd. 3, S. 214) erzählt von dem *Sultan Tağlak Abâd*, daß er in einem Teil von *Dehli* ein Bassin (*Ṣihriğ*) ausgegraben habe, in das er geschmolzenes Gold gießen ließ, so daß es ein einziges Stück bildete.

Von dem Hippodrom in Konstantinopel berichtet *Edrîsî* „und das ist ein Theater und eine Gasse, durch die man von ihm geht zwischen zwei Mauerseiten, die durch Kupfer zusammengehalten werden".

Das Wort *farağ* wird später auch für Verbinden mit Kalk (*Ğajjâr*) benutzt, so bei dem Bau eines Dammes, von Stadtmauern, einer Kirche; da ist der Begriff des Schmelzens verloren gegangen und nur der des Verbindens geblieben.

V. Über Vorrichtungen zum Heben des Wassers[3]).

Den Beiträge VI, S. 50 gegebenen Mitteilungen über Wasserräder u. s. w. seien die folgenden beigefügt. Verschiedene Namen

[1]) Es sind dies zwei Statuen (vgl. *Jâqût* Bd. 4, S. 867, Dictionnaire géogr. S. 575) auf einem Berg bei *Nehâwend*, sie sollen aus Schnee sein, aber nicht schmelzen.

[2]) Über den Grund für die Errichtung dieses Turmes, der aus den Hufen von Wildeseln, die mit eisernen Nägeln zusammengenagelt sind, durch *Schâpûr* erzählt *Ibn al Faqih* (S. 237) eine lange Geschichte, die auch sonst publiziert ist.

[3]) Vgl. hierzu C. de Vaux Notices et extraits Bd. 38. 1903.

für dieselben stehen oben S. 311, Nr. 17 und Beiträge VI, S. 51, wo nach *Muqaddasî* als Synonyme *Zurnûq*, *Daulâb*, *Ḥannâna* angegeben sind.

Ein zusammenfassender Name für die hydraulischen Maschinen ist *Ġarb*, das zunächst ein großes Gefäß aus Ochsenhaut ist. Es bedeutet dann auch (vgl. *Balâḏurî*, Glossar S. 17) die *Sânija*, *Dâlija*, *Daulâb*, *Ġarrâfa*, *Manġanûna*, *Na'ûra*.

Das Wort *Daulâb* bezeichnet übrigens nicht nur das Wasserrad, sondern auch das mit den Füßen bewegte; so heißt es bei den *Ichwân al Ṣafâ*: Einige Leute stehen fortwährend bei ihrem Handwerk, wie die, die Baumwolle [vom Samen] reinigen und krempeln (*ḥalaġ*), der, der den Reis fein macht (zerstampft *daqqâq*, *Daqqâqa* ist die Mörserkeule) und der, der das *Daulâb* mit seinen Füßen in Umdrehung versetzt[1]).

Auch von anderen Rädern wird das Wort *Daulâb* benutzt, so sind bei H. Ch. Bd. 2, S. 70 erwähnt Uhren mit kreisförmigem Gang, aus Rädern zusammengesetzt.

Zunächst wollen wir uns mit den Schöpfrädern beschäftigen.

Man hat in Ägypten große Räder mit einem Durchmesser bis zu 9 m, an deren Rand hölzerne und tönerne Schöpfgefäße sich befinden, sie heißen dort *Sâqija*[2]).

An einem vertikalen Rad R sind horizontale Speichen befestigt, an welchen ein Reif angebracht ist. Über die durch die Speichen erzeugte Trommel ist das Seil ohne Ende gehängt, an welchem die Krüge befestigt sind. In den durch die Speichen gebildeten Hohlzylinder reicht das Becken, in das das Wasser fließt, hinein. Das vertikale Rad wird durch ein Zahngetriebe von einem horizontalen aus bewegt, dieses wird von einem Lasttier in Umlauf gesetzt (*Sâqijat al Ṯaur*). Bei einem anderen Rade wird nur diese Trommel benutzt, an Speichen, die an dem Rad R angebracht sind, wirkt ein Mann, der die Speichen mit den Füßen nach unten drückt und sie mit den Füßen heranzieht (*Sâqija tadîr bil Riġâl*, die von Männern gedrehte *Sâqija*).

Ein sehr vollkommenes Schöpfrad besteht aus einem Hohlrade, das in zahlreiche Fächer eingeteilt ist, die Öffnungen an der Peripherie und am Rande haben. In die ersteren tritt das Wasser unten ein, aus dem letzteren fließt es oben aus, hier hat man also keine Schöpfeimer. Es kann aber nur da benutzt werden, wo man nahezu konstantes Niveau hat, also in Unterägypten im Delta. Es ist dies wohl das von Niebuhr *Tabût* genannte Schöpfwerk.

---

[1]) *Ichwân al Ṣafâ*, Bombay Bd. 1_2, S. 29. Dieterici, Logik etc. S. 91.

[2]) Vgl. hierzu u. a. die folgende Literatur: Lane, Die heutigen Ägypter Bd. 2, S. 158. Leipzig 1852. Baedeker von Ägypten S. LXIV. Jacob, Beduinenleben S. 228. Niebuhr, Reisebeschreibung in Arabien etc. Bd. 1, S. 148. 1774. — Eine Zusammenstellung der 1894 benutzten Schöpfwerke gibt O. V. L. Anderlind, Die Landwirtschaft in Ägypten S. 77. Dresden 1889.

Über die Bedeutungen der Wörter *Sâqija* und *Sânija* haben Dozy und De Goeje sehr ausführlich in dem Glossar zu *Edrisi* S. 320 ff., vgl. auch *Balâḏurî*, Glossar S. 50, gehandelt.

Einiges sei daraus angeführt. Beide Worte bedeuten Wasserräder; sie werden mit der *Nâ'ûra* parallel gestellt.

Das Wort *Sâqija* hat noch zahlreiche andere Bedeutungen, ebenso wie *Sânija*, alle hängen aber mit dem Wasser zusammen. Synonyme für einzelne Bedeutungen geben Dozy und de Goeje am angeführten Orte, so heißt *Sâqija* Graben.

Auch die Brunnen selbst bedeuten die beiden Worte.

Sâqija bedeutet ferner ein Gefäß mit zahlreichen Öffnungen, aus denen Wasser austritt, auch ein einzelnes Rohr (Macc. Bd. 2, S. 279).

Die *Nâ'ûra* entsprechen ganz den *Ḥannâna*. Eine Abbildung einer *Nâ'ûra* gibt Freiherr von Oppenheim[1]), und zwar von *Dêr al Zôr* am Euphrat. Um den Wasserdruck zu vermehren, sind dort Steindämme stromaufwärts in den Fluß hineingebaut. Diese Maschinen leiden an dem Nachteil, daß sie zu arbeiten aufhören, sobald das Niveau des Flusses unter die Peripherie des Rades sinkt. Die *Nâ'ûra* werden von besonderen Handwerkern gebaut, deren Kunst sich von Vater auf Sohn vererbt. Die geschicktesten leben in Syrien.

Über die Verwendung der Wasserräder sind folgende Stellen interessant:

Beim Tiefstand des Euphrat hört der Kanal *'Îsà* auf zu fließen; dann bewässert man die Gärten auf seinem Ufer mit den *Daulâb* aus den Wasserlachen, die in seinem Bett geblieben sind (*Abu'l Fidâ* Text S. 53, Übersetzung von Reinaud S. 66).

In *Baṣra* befanden sich in einem von *Muḥammad Ibn Sulaiman Ibn 'Alî* gestifteten Landgut Wasserreservoirs (*Chauḍ*), die durch von Kamelen in Bewegung gesetzte Wasserräder (*Daulâb*) gespeist wurden (*Balâḏurî* S. 370).

Auch in der Nähe von Mekka wurden die *Zurnûq* verwendet. Bei *Jâqût* (*Jâqût* Bd. 4, S. 572) heißt es: Das Wasser von *Ma'din al Burm* ist Wasser aus Brunnen, die ihre Saaten mittels den *Zurnûq* bewässern.

Die Bewegung der *Zurnûq* geschah zu der ältesten Chalifenzeit auch durch Menschen und wurde diesen als Strafe auferlegt:

So bestimmte jemand (vgl. *al Ja'qûbî* S. 208), daß sein Sklave, der ein Mädchen geschändet hatte, ein Jahr an (*'alà*) dem *Zurnûq* arbeiten solle, und schickte ihn zu den *Benû al Aschhal*[2]); er arbeitete (*'amal*) an dem *Zurnûq*; seine Hände wurden zerschnitten und seine Füße wurden wund. Das sah ein Mann mit Namen *Abû Aflaḥ* und eine Frau mit Namen

---

[1]) Freiherr von Oppenheim, Vom Mittelmeer zum persischen Golf, Bd. 1, S. 333.

[2]) Der Text ist nicht ganz in Ordnung.

Umm Aflaḥ. Sie fühlten mit ihm Mitleid und zogen ihm Stiefel an und trieben (*rakab*) manchmal an seiner Statt das Rad an; vgl. hierzu C. de Vaux, Notices et extraits Bd. 38, S. 226. 1903.

Nach Carra de Vaux (Notices et extraits Bd. 38, S. 231) bedeutet *Daulâb al Sindî* das Rad mit Bechern, diese selbst heißen z. B. *al Dalw* auch *al Bait* (oben S. 324). Andere Namen gehen aus einer Stelle bei *Muqaddasi* (Geogr. arab. Bd. 3, S. 208) hervor. Es heißt dort: *Qâdûs* bezeichnen die kleinen an den Wasserrädern (*Daulâb*) befestigten Gefäße, die das Wasser ausschöpfen (die *Kûz al Daulâb*). (An derselben Stelle S. 206 werden die Überschwemmungen des Nil behandelt.) Die *Qâdûs* sind meist aus Ton hergestellt (vgl. *Edrîsi*, Glossar S. 322) Auch die an Stricken von Tieren heraufgezogenen Eimer heißen *Dalw*.

Über die Wasserhebemaschine, die an dieser Stelle *Sânija* heißt, findet sich bei *Ibn al ʻAuwâm* ein langer Artikel, bei dem er einem *Abu'l Chair*[1]) folgt.

Er sagt, daß auf 1 Elle (*Qâma*) des Seiles der tiefen *Sânija* etwa 5 Schöpfgefäße (*Qâdûs*) kommen sollen. Dann bespricht er die Methoden, durch die man den Betrieb der *Sânija* erleichtern kann. Dahin gehört eine Vermehrung der Zahl der Zähne (*Mascht*) des kleinen Rades (*Falak*), welches die *Sânija* dreht, zugleich mit der Größe des großen Rades, ebenso wirkt eine Verlängerung des Balkens, an den man die Tiere zum Drehen anspannt (*Maǵarra* vgl. Dozy I, S. 170); es schadet nicht, wenn er etwa 80 Spannen (= ca. 7 m) lang ist. Erleichtert wird auch der Gang, wenn man das, was sich oberhalb des Loches für die *Maǵarra* befindet, von den senkrechten Pfosten abschneidet. Weiter soll der Kreis, der die Schöpfgefäße trägt, aus hartem Holz sein, ferner dick sein, damit er recht schwer ist, und zwar dicker und schwerer als gewöhnlich. Macht man unten in den Gefäßen ein kleines Loch, so verhindert man dadurch, daß sie gegen das Geländer (?) im Wasser schlagen, auch erfahren die Gefäße im Wasser keine Drehungen, sie werden dadurch davor bewahrt, durch Stoßen gegeneinander oder gegen die Wand des Brunnens zu zerbrechen[2]). Steht die *Sânija* still, so leeren sich die Gefäße, dadurch wird die Lebensdauer des Seiles verlängert.

Von einer interessanten Einrichtung zum Heben von Wasser aus einem Brunnen und zum automatischem Ausgießen desselben in der Festung *Ṣafad* berichtet *al Dimaschqî*. (Text S. 210, Übersetzung S. 286.)

---

[1]) *Abu'l Chair* aus Sevilla ist einer der von *Ibn al ʻAuwâm* am häufigsten zitierten Verfasser. Sein Werk scheint die Resultate eigner Erfahrungen zu enthalten. Wir wissen aber nichts über seine Lebenszeit und seinen Tod. Auch der Titel seines Werkes ist unbekannt.

[2]) Aus der kleinen Öffnung entweicht beim Eintauchen die Luft; sie ist aber so klein, daß während des Heraufziehens nur sehr wenig Wasser ausfließt.

Dort befindet sich ein Brunnen 110 Ellen tief und 6 Ellen breit (und zwar Ellen der Zimmerleute). Die Eimer, welche bei ihm benutzt werden, sind hölzerne Fäßchen (*Battija*), jedes Fäßchen faßt etwa einen Krug (*Qulla*) Wasser. Zwei Fäßchen sind an einem Seil mit Namen *Sarbâq* angebracht, von der Dicke eines Vorderarmes (*Zand*)[1] des Menschen. So oft ein Fäßchen zu dem Wasser gelangt, gelangt das andere an das obere Ende des Brunnens. Auf dem oberen Ende des Brunnens befinden sich zwei Vorderarme aus Eisen mit Handflächen und Fingern. Die Finger hängen sich in den Rand des gefüllten Fäßchens und die Arme ziehen es heran und gießen das Wasser in ein Reservoir, von wo es in eine Grube fließt. Ist das Wasser aus dem Fäßchen ausgeschüttet, so ist der Zweck erreicht. Heraus zieht bei den Fäßchen eine mechanische Anordnung (*Maramma handasija*) mit Bögen und Kreisen und Bewegungen. Das Seil (*Sarbâq*) bewegt sich (reitet, *rakab*) auf seiner Rolle hin und her, nach rechts und links. Der Wechsel im Gang der Maschine wird durch Maultiere bewirkt, die gelehrt worden sind, es entsprechend zu drehen. Hört das drehende Maultier das Geräusch des Wassers und fühlt es den Zug des Seiles, so kehrt es seinen Lauf um, bis es wieder das Geräusch hört und den Zug des Seiles fühlt, dann kehrt es wieder seine Bewegung um fort und fort. Die Bilder der Arme aus Eisen an ihrem Ort entsprechen dieser Gestalt, und Gott weiß es. (Eine Zeichnung gibt die Berliner Handschrift (s. Beiträge VI, S. 42); auch der Text von Mehren enthält eine solche.)

An die Beschreibung des Brunnens schließt sich noch das Folgende über ein Echo in demselben an: „Und bleibt einer stehen und spricht ein einziges Wort in die Öffnung des Brunnens, so hört er seine Stimme mit diesem Worte zurückkehren; sie geht in einem Momente hinab, bis sie zu dem Wasser gelangt, dann kehrt sie zu dem Sprechenden zurück, so daß er sie so vernimmt, wie er das Wort gesprochen hat. Schreit er aus vollem Halse, so hört er infolge dieses Schreies ein Brausen und ein Getöse, gleich Donnern, wegen der Entfernung und Tiefe des Wassers.

Wir wenden uns jetzt zur Besprechung der Ziehbrunnen und einiger anderer Vorrichtungen.

Zu erwähnen ist von Wasserschöpfmaschinen der *Schâdûf*. Er besteht aus zwei Pfeilern aus Erde oder Holz, die oben durch einen Querbalken verbunden sind; in des letzteren Mitte ist eine Stange, etwa auf $^1/_3$ der Länge, befestigt, so daß sie einen Wagbalken bildet. Am längeren Ende ist ein Schöpfeimer befestigt, am anderen ein Gegengewicht. Das *Qaṭwa* ist dem *Schâdûf* ähnlich.

Der *Schâdûf* ist eine schon von den alten Ägyptern benutzte Einrichtung und findet sich schon früh in Mesopotamien, eine Abbildung

---

[1]) *Zand* bedeutet den Vorderarm, *Zand al a'là* bedeutet den Radius, wahrscheinlich hat das Seil nur die Dicke des einen Teiles des Vorderarmes.

hat Layard[1]) publiziert, eine Beschreibung findet sich in den Bauinschriften von *Sanherib*[2]).

Mit dem *Schâdûf* wird in Ägypten das Wasser etwa 8 Fuß gehoben und in einen Trog gegossen. Im Süden von Oberägypten stehen oft 4 bis 5 *Schâdûfs* übereinander. Man hat auch *Schâdûfs* mit zwei Hebebäumen, an denen zwei Männer arbeiten. In Ägypten, wo Holz und Steine sehr wertvoll sind, werden die Pfosten und das Gegengewicht aus Lehm, die Eimer aus Leder gemacht.

Dem *Schâdûf* sehr ähnlich, wenn nicht mit ihm identisch, ist die *Chaṭṭâra*.

al Chaṭṭâra ist ein langer Holzbalken, der sich um eine Achse dreht. Am einen Ende hängt der Eimer, am anderen befindet sich ein Stück Holz oder ein Stein, um als Gegengewicht zu dienen. In der späten Latinität hieß die Vorrichtung ciconia.

Eine Angabe findet sich Dozy Suppl. Bd. 1, S. 381: Einer der Günstlinge des Emir schaute auf *Jaḥjà Ibn Mu'ammar*. Er war in seinen Garten und zog das Wasser mit der *Chaṭṭâra* in die Höhe und bewässerte das Gemüse des Gartens.

Gelegentlich der Erwähnung eines Spaßmachers des Chalifen *Mutawakkil* (847—861), mit dem Spitznamen *al Chaṭṭâra* sagt *al Maqqari* (Bd. 2, S. 306/7): *Al Chaṭṭâra* ist eine Art der leichten *Daulâb*[3]). Die Andalusier schöpfen mit ihr das Wasser aus den Flüssen. Sehr viele finden sich am *Wâdî Ischbîlija* (Fluß von Sevilla, Quadalquivir). Das meiste, was sie morgens an Arbeit tun, geschieht vor der Zeit der Morgenröte (d. h. ganz früh).

Im Glossar zu *Balâḏurî* (S. 77) ist weiter angegeben: *al Dâlija* ist ein langer Balken, er wird angeordnet wie die Stampfer (*Madâqq*) des Reises; an seinem Ende befindet sich ein großer *Miġrafa*, mit dem bewässert wird. (*Miġrafa* ist ein Kessel, eine Schaufel, ein Schöpfinstrument.)

Eine andere Form der Ziehbrunnen besteht aus einer Rolle, über die ein Seil geht, an dessen einem Ende der Eimer hängt, und an dessen anderem gezogen wird.

Diese Bedeutung hat wohl auch *al Chaṭṭâra*.

Die *Chaṭṭâra* erwähnt H. Barth bei dem Ort *Ederi*. „Das Wasser wird mit Hilfe von Eseln aus den großen teichartigen Brunnen gezogen. Das Brunnengerüst, die *Chaṭṭâra* aus den höchsten und mächtigsten Palmstämmen gebaut, hat ein höchst luftiges Aussehen, da das Ganze eine Höhe von 60—80 Fuß hat". (Eine Abbildung gibt Barth auf der Tafel 5.) Nach ihr sind 8 Palmstämme zu je zweien $\wedge$förmig verbunden und

---

[1]) A. H. Layard, Niniveh und Babylon. Deutsche Übersetzung S. 82. Tafel X. Leipzig.

[2]) Meißner und Rost, Bauinschriften Sanheribs, S. 14/15 u. 38. Leipzig 1893.

[3]) Hier ist wohl *Daulâb* im allgemeinen Sinne von Wasserhebemaschinen benutzt.

nebeneinander aufgestellt, oben durch einen Querbalken verbunden und mittels Stricken am Boden befestigt. (H. Barth, Reisen Bd. 1, S. 169, Gotha 1858.)

Auf S. 351 wird südlicher im Alpenland der Wüste *al Chaṭṭâra* als ein Brunnenzieher höchst einfacher Art bezeichnet. Eine bloße Stange, an welcher ein Ledersack befestigt ist, bildet die ganze Einrichtung.

Am Tschadsee und nördlich desselben wird in der Gegend von *Kúkaua* der Ziehbrunnen *Châṭṭâra* erwähnt. (Barth, Reisen Bd. 3, S. 116; 5, S. 42.)

Einfache Ziehbrunnen kommen in vielen Gegenden vor; in Arabien und z. T. in Afrika hat jedes Grundstück seinen Brunnen; an einem Ende einer eisernen Kette, die über eine Rolle geht, hängt ein Eimer, am anderen ist ein Zugtier gespannt; das Tier geht vorwärts, dann hebt sich der Eimer; es geht zurück, dann sinkt er. — Diese ganze Anordnung heißt *Sânija*.

In der Wüste der Gegend von Palmyra wird das Wasser aus bis zu 80 m tiefen und 1—3 m weiten Ziehbrunnen heraufgeholt. Oben sind sie ausgemauert. Der Strick mit dem Schöpfeimer (*Dalw*) läuft entweder über ein über der Brunnenöffnung errichtetes Joch oder unmittelbar über den Rand, in dem dann bis zu 10 cm tiefe Rillen eingeschnitten sind. Menschen oder Tiere, die von dem Brunnen wegschreiten, ziehen an dem Strick und an dem Eimer. — (Freiherr von Oppenheim a. a. O. Bd. 1, S. 261 u 325.)

Am Euphrat wird das Wasser mittelst der *Ǵird* gehoben; es sind galgenartige Gerüste, über deren Querbalken ein oder mehrere Stricke laufen, durch welche mit Wasser gefüllte Gefäße von Tieren emporgezogen werden; die Tiere gehen eine schiefe Ebene hinab[1]).

Bewässert wird ferner (nach *Balâḏurî* Glossar S. 77) mit dem *Dalw*, der *Dâlija* und dem Seil (*Rischâ*), hier ist das Seil statt der ganzen Maschine genannt, die durch dasselbe bewegt wird. So findet es sich vielfach bei den Wassermaschinen.

Soll das Wasser nur wenig gehoben werden, so benutzen die Ägypter einen Korb an vier Stricken, der von zwei Männern bedient wird; der Korb heißt *Quffa*.

Am unteren Tigris tauchen zwei Arbeiter taktmäßig ein flaches schüsselartiges Gefäß an einem Strick in das Wasser und schwenken den Inhalt aus[2]).

Den oben und Beiträge VI mitgeteilten Angaben über Mühlen seien noch die folgenden beigefügt.

Als erster, der die Mühle anwandte, wird bei *Ibn Rusteh* (S. 198) Salomo aufgeführt.

Dafür, daß die Mühlen sehr häufig von Menschen gedreht wurden, spricht u. a. die Stelle bei *Ibn Ḥauqal* (S. 324, 3): In *Sarachs* sind 3 Mühlen

[1]) Freiherr von Oppenheim, Vom Mittelmeer zum persischen Golf, Bd. 1, S. 334 (dort ist eine Abbildung).

[2]) Freiherr von Oppenheim a. a. O. Bd. 1, S. 334.

(*Raḥà*), die von Tieren gedreht werden, aber keine von Menschen bewegte (*Ṭâḥûn*).

Der Mühlenbetrieb konnte oft nur an bestimmten Tagen stattfinden, falls das Wasser nicht sehr ergiebig ist. Nach *Edrîsi* (Text S. 66, Übersetzung S. 76) sind bei der Stadt *Aġamât-Warîqa* Mühlen, in denen das Mehl gemahlen wird. Die Gewässer des Flusses werden Donnerstag, Freitag, Samstag und Sonntag in die Stadt geleitet; an den anderen Tagen dienen sie zur Bewässerung der Felder und Gärten.

Ein Name für die Mühle ist *Madâr*; die Stange, mit der der Mühlstein durch ein Lasttier gedreht wird, heißt *Saffûd* (vgl. Beiträge VI, S. 28); die Bedeutung von *Saffûd* für Eisenstäbe kommt vielfach bei *Riḍwân* über die Uhr vor.

Weiter heißt eine Mühle *Badd* pl. *Budûd* d. h. eine Presse (*ʿAṣṣâra*), eine Maschine, um die Oliven oder Trauben auszupressen, Ölpresse. Das Wort ist aramäisch. Daß es nicht eine gewöhnliche Presse ist, sondern der von Niebuhr (Tab. XVII) beschriebenen entspricht, geht aus der bei Dozy mitgeteilten Stelle hervor: Und sie zerquetschten die Mehrzahl der Samaritaner unter den Steinen der Mühlen. Vgl. Dozy, Suppl. 1, R. 56.

Bei *Ibn Dânijâl* findet sich, wie mir Professor Jacob mitteilt, nachdem von Zerreiben von Grünzeug die Rede war, ein Vers, der etwa folgendermaßen zu übersetzen ist:

„Die Flaschen werden zerbrochen, wie in den Wülsten der *Budûd* die Becher zerbrochen werden".

Nachher ist von dem Brüllen der Büffel die Rede; es sind wohl diejenigen, welche den Läufer bewegen.

Der Verfasser des *Tuḥfat al Ġarâib* (das Geschenk der wundersamen Dinge) berichtet nach *Qazwînî* (Bd. 2, S. 35), daß es in China eine Mühle (*Ṭâḥûn*) gibt, deren unterer Stein sich dreht und deren oberer ruht. Unterhalb des Steines tritt das Mehl aus, ohne daß sich in ihm Kleie befindet, und die Kleie ohne Mehl. Jeder von beiden Stoffen ist von dem anderen gesondert.

Zu Beiträge VI, S. 47. Der *Saris* bei den Windmühlen hat wohl dieselbe Gestalt wie der Scherrahmen der Weber (vgl. Buch der Erfindungen Bd. 8, S. 351 ff., wo auch eine Abbildung sich findet).

Zu Beiträge VI, S. 49. Eine Anordnung zum Fortschaffen des Sandes, wie sie dort beschrieben ist, soll nach *Ḥamd Allâh Mustôfî* zuerst der König *Guschtasp* bei dem See *Zareh* angelegt haben (Barbier-Ménard, Dictionnaire de la Géogr. de la Perse S. 301).

Über Ventilatoren (*Bâhanǵ*) für die Häuser, die aus bis in die Wohnräume gehenden Kaminen bestehen, wird gelegentlich später zu handeln sein; sie dienen auch zum Einlassen von Licht. Sehr ausführlich sind sie von S. de Sacy behandelt in *ʿAbd al Laṭif* (Description de l'Égypte S. 295 u. 301. Text von Wright S. 90/91). J. E. Polak, Persien, Leipzig 1865. Eine Beschreibung der jetzt in Persien benutzten s. S. 63).

VI. Über Brücken und Aquädukte u. s. w.

Unter den Bauwerken des Altertums, welche bei den Arabern besondere Bewunderung erregten, und die sie zum Teil nachahmten, waren Brückenbauten und Aquadukte, wie sie über das ganze römische Reich zerstreut waren, und wie sie sich auch in Persien fanden.

Stets wird von den arabischen Geographen von diesen Bauwerken mit besonderem Interesse berichtet. Eine Reihe derselben ist in dem obigen schon erwähnt.

Doch würde es zu weit führen, hier die einzelnen aufzuzählen. Es sei z. B. auf *Edrîsî* verwiesen, auf *Jâqût* bezw. das Dictionnaire de la Géographie u. s. w.

Einige vereinzelte Notizen über Wasserbauten sind noch die folgenden:

Von einem Fluß, der auf einer Stadtmauer fließt, dann durch eine hohle Säule nach unten geführt wird und sich in Kanälen (*Maǵra*), die in sehr sinnreicher Weise verteilt sind, bewegt, handelt *Ibn Muhalhil* (ed. K. von Schlözer. Inaug.-Diss. Berlin 1845, S. 17) bei der Stadt *Sindâbil*.

Ein künstlicher See befand sich bei Emessa (*Ḥimṣ*); es ist ein mit Wasser gefüllter Raum (*Buq'a*), zurückgehalten (aufgestaut) durch einen Bau aus festem Mörtel (*Dimaschqî* Text S. 217, Übersetzung S. 282).

Von einem großen, 30 Ellen langen und 20 Ellen breiten Teich aus Zinn (*Raṣâṣ Qal'î*), um den ein Strom in einem Kanal ebenfalls aus Zinn fließt, das heller leuchtet als poliertes Silber, und der sich in den Palast des *Muqtadir* im Jahre 917 befand, berichtet *al Chaṭîb* in seiner Geschichte von *Baǵdâd* gelegentlich des Besuches der Gesandtschaft von Constantin VII Porphyrogenitus. (G. Le Strange. Proc. Roy. Asiat. Soc. 1897, S. 35.)

In dem Schloß zu *Mârida* war ein Kanal angebracht (*Sâqija*), der von der Küche zum Speisesaal (Küchensaal) ging, und von da wieder in die Küche, auf ihm schwammen die Platten mit den Gerichten aus der Küche zur Königin und von dieser wieder in die Küche (*Edrîsî*, Text S. 182, Übersetzung S. 220/221).

Von der Stadt Samarqand heißt es bei *Ibn Ḥauqal* (S. 366):

Sie hat fließendes Wasser, das in die Stadt in einem Kanal (*Nahr*) eintritt, der zum Teil aus Blei besteht. Für den Kanal ist an einigen Orten ein hoher Damm aus Erde gebaut und in der Mitte des Marktes und des Bezirkes der Wechsler aus Steinen, auf denen das Wasser von [dem Quartier] der Messingarbeiter fließt, bis es in das Tor der Stadt, nämlich das Tor *Kaschsch* [im Süden] eintritt. Die Oberfläche dieses Kanales ist mit Blei ausgelegt. Diese Anlage ist dadurch bedingt, daß rings um die Stadt ein vertiefter Graben geht, dessen Lehm zur Herstellung der Stadtmauern verwendet wurde. Es blieb ein Graben übrig, dessen Größe den herausgenommenen Lehm- und Erdmengen entspricht. Deshalb mußte

man einen Damm in diesem Graben haben, um das Wasser in die Stadt hineinzuführen. Und es ist ein alter Kanal aus der Heidenzeit mitten in ihren Märkten, an einem Platz, der als *Ras al Ṭâq* (Spitze, Anfang des Bogens) bekannt ist.

Ganz ähnlich berichten die anderen Geographen *Iṣṭachri* S. 316, *Jâqût* Bd. 3, S. 134, *Abu'l Fidâ* S. 493, *Qazwînî* Bd. 2, S. 360.

Muqaddasî (S. 289) sagt: Um die Stadt ist ein Graben; das Wasser tritt in sie in einem Kanal (*Qanât*) aus Blei, der sich oberhalb des Grabens befindet.

Wasserläufe waren häufig mittels Gitter (*Schubbâk*) abgeschlossen. Von dem Chalifen *Muḥammad al Amîn* (809—813) wird (*Mas'ûdî* Bd. 6, S. 431) erzählt, daß, als ihm der „Fisch mit dem Halsband" entwischt war, er angelegentlich nach dem Tigris durch Gitter (*Schubbâk*) schaute. In dem Palast war [nämlich] ein großes Becken, das einen Ausfluß (*Muncharaq*) für das Wasser nach dem Tigris hatte, an dem sich Gitter aus Eisen befanden.

Von einer Stadt in Nordafrika heißt es: Der Fluß fließt zwischen den Ufern, bis er an dem Ort ausfloß, der *Rumaila* heißt. Dort waren für ihn in der Mauer zwei große Tore gemacht, an denen feste, engmaschige Gitter (*Schubbâk*) aus Zedernholz, die vorspringen, sich befanden; aus ihnen fließt das Wasser aus. Ebenso war für dasselbe an dem Eintrittsort ein großes Tor angebracht, auf dem sich ein wohlgefügtes solides Gitter befand (Cartâs S. 21, 6).

Bei der Besprechung des Ortes *Ras 'Ain* in Mesopotamien, der ungeheuer quellenreich ist (*Ibn Ḥauqal* S. 149, Z. 16), heißt es: An einem anderen Brunnen mit Namen *Chasîf* ist ein eisernes Gitter angebracht und zwar etwa 1 Elle unter der Wasseroberfläche, um das, was hineinfällt, festzuhalten.

Das Wort *Schubbak* wird auch von Wasserleitungen und zwar eisernen benutzt.

So heißt es von *Ḥalab* (Aleppo). Die Leute in der Stadt erhalten ihr Wasser aus dem Fluß *Quwaiq*, der in die Stadt bis zum Palast des *Saif al Daula* in eisernen Röhren geleitet wird (*Muqaddasî* S. 155, Z. 9). Dieser *Saif al Daula* (333—356 d. H. 944—967 n. Chr.) war der Fürst, an dessen Hof der Dichter *Mutanabbî* neun Jahre lebte (vgl. F. Dieterici, *Mutanabbî* und *Saif al Daula*).

Vom Nil heißt es: Der Nil gelangt ferner in die Zitadelle von Alexandria, und zwar tritt er in sie in eisernen Röhren (*Schubbak*) ein, so daß sich die Zisternen füllen (*Muqaddasî* S. 208, Z. 5).

Weiter heißt es bei der Besprechung der Stadt *Taimâ* in der syrischen Wüste: Eine Salzquelle wird in eisernen Röhren (*Schubbak*) zu einem Teiche herangeführt und dann in die Gärten verteilt. Sie haben auch Brunnen mit süßem Wasser (*Muqaddasî* S. 252, S. 20).

VII. Apparate aus dem Werk *fî'l Hijal* der *Benû Mûsà.*

Im folgenden sollen noch einige hierhergehörige Vorrichtungen aus dem Werk *fî'l Ḥijal* der *Benû Mûsà* mitgeteilt werden. Über dasselbe habe ich schon früher einige Angaben gemacht, weitere folgen (vgl. Beiträge VI, S. 55).

Die Handschrift macht zuerst mit ihrer guten Schrift und ihren sorgfältig ausgeführten Zeichnungen einen vorzüglichen Eindruck. Leider finden sich aber in ihr zahlreiche Fehler, die in den späteren Teilen um so störender sind, als nur den Figuren des ersten Teiles Buchstaben beigeschrieben sind. Der Abschreiber scheint von der Sache selbst sehr wenig verstanden zu haben. Indes konnte, wenigstens in den zunächst von mir bearbeiteten Stücken, leicht der Sinn und meist auch der Wortlaut festgestellt werden. Da sprachlich der Text kaum etwas besonderes bietet, so habe ich vielfach die Berichtigungen nicht angegeben, sondern nur die vorkommenden technischen Ausdrücke bemerkt.

Eine Angabe über den Bearbeiter des Werkes der *Benû Mûsà* findet sich fol. 63[b] der Berliner Handschrift.

Zunächst wird (fol. 62[b]) die Herstellung eines Springbrunnens behandelt, aus dem eine Zeitlang ein schlanker Strahl (Rute *Qaḍîb*) hervorspringt und eine Zeitlang ein Schild [d. h. eine kontinuierliche nach unten konkave Fläche]. Um diesen Springbrunnen befinden sich kleine Springbrunnen, und zwar zwei oder so viele man will. Springt der große Springbrunnen in Form eines Schildes, so tun das auch die kleinen und so geht es fort (d. h. wenn der große als Rute springt, so tun es auch die kleinen u. s. f.). —

Dann folgt die Beschreibung der Anordnung, und auf fol. 63[a] heißt es:

Es sagt *Abu'l Ḥasan 'Ali Ben Aḥmad al Ḥâsib* (der Rechner): Dies ist meine Ausführung (*Kalâm*) zur Erläuterung der 95. Figur (*Schakl*) des Werkes der *Benû Mûsà.* Wir haben keine beliebige Kopie kommentiert, sondern wir fanden sie [gezeichnet] von der Hand des *Fatḥ* des Dieners des *Ibn Mûsà,* während in dem Exemplar sich Verbesserungen von der Hand des *Muḥammed Ibn Mûsà* selbst noch überdies fanden. Die von uns wiedergegebene Figur war gezeichnet, es fanden sich aber keine Buchstaben an ihr und auch keine Erläuterung (*Risâla*). Als ich sie betrachtete, studierte und hin und her erwog, da verstand ich alles, was sie als Beschreibung dieser Figur beigefügt hatten; sie entspricht nahezu diesem vorher beschriebenen Springbrunnen, und ich verfaßte diese Erläuterung. Das ist, was ich auseinandersetzen wollte. — Heil!

Aus der Angabe, daß der obige Springbrunnen der Figur 95 entspricht, folgt, daß das Werk 102 Figuren hatte.

Die Figur 96 behandelt: Wir wollen zeigen, wie wir zwei Springbrunnen konstruieren, aus deren einem das Wasser wie eine Lanze (*Qanât*) und aus deren anderem es wie eine Lilie ausströmt und zwar eine Zeit lang; dann tauschen sie ihre Rollen und aus dem Rohr, das vorher die Lanze herausschleuderte, tritt während jenes Zeitraumes die Lilie aus und umgekehrt. Dann findet für dieselbe Zeit wieder ein Tausch statt und so geht es fort, so lange das Wasser in ihm [dem Springbrunnen] vorhanden ist.

Figur 97—100 behandeln verschiedene Leuchter (Lampen).

Bei (fol. 66[b]) Fig. 97 heißt es: Herstellung einer Lampe (*Sirâǵ*), in welche man [Öl] eingießt, und die stets voll bleibt. So oft etwas [von dem Öl] verschwindet, tritt ebensoviel wieder ein, und das Öl (*Dahn*) erfüllt den Leuchter stets ganz und erleidet keine Abnahme. Wer den Leuchter sieht, der meint, daß das Feuer von dem Öl (*Zait*) nichts verbraucht. — (Die Konstruktion entspricht unseren früheren Moderateurlampen.)

Bei einer anderen Lampe wird der Docht durch eine Zahnstange vorwärts bewegt, in die ein Zahnrad eingreift, das selbst durch einen Schwimmer bewegt wird, der mit sinkendem Ölniveau sinkt. Eine dritte Lampe besteht in einer Kombination der beiden ersten. Weiter wird die Konstruktion einer Lampe beschrieben, die auch, wenn man sie in heftigen Wind stellt, nicht erlischt; dazu wird sie in der Höhlung eines vertikalen halben Hohlzylinders befestigt, der sich auf zwei Spitzen in zwei Lager dreht, und an dem eine Windfahne befestigt ist.

Figur 101 und 102 sind die unten unter Nr. 2 und 3 beschriebenen.

Hier interessieren uns insbesondere folgende Beschreibungen[1]):

1. Anordnung, um Wasser in einem Gefäß auf konstantem Niveau zu halten (fol. 76_v—77^v).

Wir wollen zeigen, wie man einen Trog (*Iǵǵâna*) an irgend einem Ort in der Nähe eines Flusses herstellt, der stets voll ist, und aus dem die Menschen das Wasser heraufholen (*rafa'* und nicht *'araf* wie der Text hat), und die Tiere trinken, und in dem doch stets das Wasser gleich hoch steht und nicht zu- und abnimmt.

Es sei ab [der Fluß]. Von ihm führen wir ein Rohr α) dorthin, wo wir den Trog aufstellen wollen. An diesem Rohr wird ein eingeschliffener Hahn (*al Fatjûn al maṭḥûn* β)) hw befestigt. An dem männlichen Teil γ) desselben wird ein Stab (*Qaḍib*) wr befestigt, wie ihn die Menschen auch sonst verwenden δ). Die Durchbohrung des Hahnes muß mit dem Stabe

---

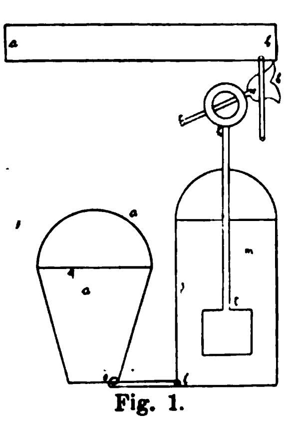
[1]) Die Figuren sind diejenigen der Handschrift in verkleinertem Maßstabe.

α) Es ist das bei b befindliche nach unten gezeichnete Rohr.

β) Vgl. hierzu Beiträge VI, S. 37.

γ) Vgl. hierzu Beiträge VI, S. 32.

δ) Fol. 41[b] heißt es „wie ihn die Menschen bei den Hähnen anwenden, um die Drehung zu erleichtern".


Fig. 1.

wr in derselben Ebene liegen. Wird dann der Stab gedreht, so dreht sich infolge seiner Drehung der Hahn, bis der Stab wr mit dem nach unten gehenden Rohr [parallel] wird.

Wir nehmen ein Bassin (*Ḥauḍ*) m, in demselben bringen wir einen Schwimmer (*Dabba*) t an. An der oberen Fläche des Schwimmers bringen wir einen wohl befestigten Stab ḥt an, sein eines Ende ist t, das andere Ende reicht bis zu dem Stabe wr. An dem Ende ḥ befestigt man einen Ring und schiebt den Stab wr in ihn, damit, wenn der Schwimmer durch das in das Bassin m fließende Wasser gehoben wird, der Hahn sich dreht und schließt. Die Stelle, bei der beim Steigen des Wassers im Bassin m der Hahn geschlossen wird sei ṣ. Den Trog à (*'Ain*) stellen wir an dem gewünschten Ort auf, sein oberer Rand q soll in gleicher Höhe liegen wie der Rand des Bassins m. Von dem unteren Boden oder in der Nähe desselben, von der Stelle s führen wir ein Rohr sl nach dem Bassin m, wie wir es gezeichnet haben. Aus der Beschreibung folgt, daß, wenn der Schwimmer t am unteren Ende des Bassins m sich befindet und Wasser aus dem Bassin m durch das Rohr ls nach dem Trog à fließt, der Schwimmer stets steigt *a*), bis das Wasser bis zu ṣ und q gestiegen ist, dann schließt sich der Hahn, und es fließt aus ihm nichts aus. Hat man aus dem Trog à etwas Wasser herausgenommen oder hat sich ihm ein Tier genähert, das aus ihm etwas Wasser bei q trinkt, so sinkt der Schwimmer t, der Hahn öffnet sich, in das Bassin m fließt soviel Wasser, als aus dem Trog geflossen oder entnommen ist. So geht die Ausführung immer fort und das ist, was wir beweisen wollten. —

Ob wirklich jemals eine der eben beschriebenen Konstruktion entsprechende ausgeführt worden ist, mag dahingestellt bleiben.

Vorrichtungen, bei denen durch Schwimmer mit Stäben und an ihnen befestigten Ringen Hähne geöffnet und geschlossen werden, und so der Zufluß von Wasser reguliert wird, sind in den folgenden Abschnitten des Werkes der *Benû Mûsà* mehrfach beschrieben.

2. Instrument zum Hervorholen von Gegenständen aus dem Wasser (fol. 72^{b}—74^{a}).

Wir wollen zeigen, wie man ein Instrument herstellt, mit den der Mensch, wenn er es herabläßt, aus dem Meere die Perle (*Ǵauhar*) hervorholt, und die Gegenstände, die in die Brunnen gefallen und in den Flüssen und Meeren untergesunken sind. Dazu verfertigen wir die beiden Hälften abgr und wḥde eines [Hohl] Zylinders aus Kupfer, die einander gleich sind; übertrifft die eine Hälfte die andere um ein weniges an Gewicht, so ist das für den vorliegenden Zweck besser, damit die eine Hälfte die

a) Nämlich dadurch, daß von oben her stets Wasser nachfließt.

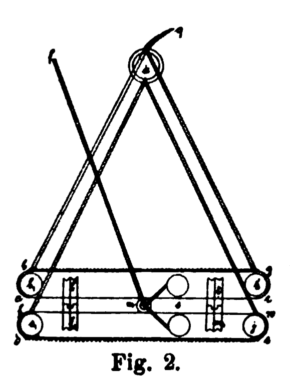


Fig. 2.

andere in sich aufnehme (verschlinge) und [die zweite] in sie ein wenig hineindringe. Jeder der beiden Zylinder sei 1 Elle dick (d. h. lang) oder dicker, der Durchmesser des Kreises betrage *a*) .., und mehr. Will man sie schwächer machen, als angegeben, so wird man es (das Instrument) nicht [zu etwas brauchbarem] machen. Die eine der Hälften des Zylinders wird nach der anderen zugerichtet (gespalten), damit sich zwischen ihnen nicht ein kleiner Zwischenraum befindet. Dann lötet man auf sie zwei Scharniere *β*) lf_1 und $ṭm_1$ *γ*), damit die Linie ar auf der Hälfte abrg sich nicht von der an sie anstoßenden Linie wḥ der Hälfte ḥwde trennt. Sind die beiden Hälften zusammengeklappt, so trifft und berührt die Linie de die Linie bg; öffnen sich die beiden Hälften, so trennen sich die Linien bg und de.

Auf den Zylinder lötet man längs der Linien bg und de Zähne[1]), wie sie die Figur zeigt, so daß, wenn die beiden Hälften des Zylinders geschlossen sind, Zahn auf Zahn trifft. Die Zähne sollen entsprechend der Gestalt des Zylinders aufgepflanzt[2]) sein, denn das ist besser. Auf den Rücken der Zylinderhälften lötet man vier Ringe b_1 k s_1 j fest an und prüft sie, damit sie ja sicher halten. An diese vier Ringe bindet man vier Stücke eines Seiles (*Salsala*), und zwar an einen jeden ein Seil, wie die Figur zeigt, das 2 Ellen (= 1,14 m) lang ist, falls es länger oder kürzer ist, so schadet das nichts. Die Enden der Seile werden in einem Punkte ȧ vereint und diese Stelle mit einem anderen langen Seile ȧq verbunden, dessen Länge der Tiefe des Ortes entspricht, in den man das Instrument herablassen will. Ein anderes Stück Seil wird in der Mitte zwischen den Buchstaben a ḥ r w beim Punkte s befestigt, und zwar in[3]) jeder der beiden Hälften der Zylinder in der Nähe der Linien ar und ḥw. Die Länge dieses Seiles beträgt 4 Finger (= 10 cm), seine Mitte befindet sich bei dem Punkt m. Man verbindet und verknüpft seine Mitte mit einem

---

a) Hier fehlt die Zahl. Nach den Abmessungen der Figur ergibt sich für die Dicke etwa $^1/_{11}$ Elle (1 Elle = ca. 57 cm = 24 Finger, 1 Finger = 2,5 cm).

β) Vgl. Beiträge VI, S. 33.

γ) Nach dem Text kommen einzelne Buchstaben mehrmals vor, ich habe sie durch Indices unterschieden.

[1]) *Dandânġa* ist ein arabisiertes persisches Wort, das auch in der Philonübersetzung und bei *al Ġazarî* benutzt wird.

[2]) Gemeint ist wohl, daß sie Fortsetzungen des Zylindermantels sein sollen.

[3]) Dies Seil ist auf der Innenseite der beiden Zylinderhälften befestigt.

anderen Seil mf. Aus dem obigen folgt, daß, wenn man das Seil fm an einem Ort an sich zieht, die beiden Hälften des Zylinders sich aneinander schließen, und daß, wenn man das Seil á q zieht und damit die 4 Seile kà, b_1 à, s_1 á, já zieht, sich die beiden Hälften des Zylinders öffnen. Wollen wir die Perle oder etwas anderes, das untergesunken ist, herausholen, so ziehen wir an dem Ort, an dem die vier Seile verbunden sind, dann öffnet sich das Instrument, wie oben beschrieben worden ist. Dann lassen wir es an den gewünschten Ort herab. Hat es dann den Boden erreicht und bleibt dort stehen, so lassen wir dort das Seil àq etwas los, wodurch die vier Seile etwas schlaff werden, und ziehen das Seil mf an. Das Instrument sammelt alle Dinge, um welche es [in seine alte Lage] zurückgekehrt ist, und welche es eingeschlossen hat. Dann zieht man an dem Seil mf so, daß das Instrument herauskommt und sich zeigt, und man alles, was sich in ihm befindet und von ihm festgehalten wird, nehmen kann.

Der Apparat erinnert an manche moderne Einrichtungen.

3. Herstellung eines Instrumentes für Brunnen, welche denjenigen töten[α], der in sie hineinsteigt (fol. 71b—72b).

Wendet der Mensch dies Instrument bei irgend einem Brunnen an, so tötet dieser ihn nicht und schadet ihm nicht. Wir sollen zweckmäßig dies Instrument anwenden bei den Brunnen, welche töten und den Zisternen, welche [deren Betreten] eine schwierige Verrichtung bildet. Besitzt ein Mensch dies Instrument, das wir beschreiben, so steigt er sogleich (ohne Zögern) in jeden Brunnen, ohne Furcht und ohne Schaden zu nehmen, wenn Gott, erhaben ist er, es will.

Der Brunnen, in welchen man hinabsteigt, sei abgd. Wir nehmen eine lange Röhre aus Kupfer, Rohr, Leder oder Holz, und ich begnüge mich mit einem Rohr aus irgend einer dieser Substanzen. Ferner nehme ich einen Blasbalg (*hlw Ziqq*, wörtlich Schlauch) wie den der Schmiede[β], mit dem sie das Feuer anblasen. An der Stelle h werde der Griff (*Maqbad*)

α) Es handelt sich um Brunnen, in denen giftige Gase sich entwickeln; der Text hat *qabal* statt *qatal*.

β) Von einem Blasbalg der Glasbläser (*Kîr al Zaǵǵâǵîn*) ist bei der Besprechung der Stadt Utrecht (*Îtraht*) bei *Qazwînî* (Bd. 2, S. 388; vgl. Jacob, Berichterstatter, 3. Aufl., S. 22/23) die Rede. Die sehr interessante Stelle lautet nach ihm:

„In ihrem Lande gibt es kein Holz zum Heizen, sondern nur einen Lehm (*Ṭîn*, Torf), welcher die Stelle des Brennholzes vertritt. Und zwar gehen sie im Sommer, wann die Wasser sich verlaufen haben, auf ihre Wiesen und schneiden dort den Lehm mit Beilen in Ziegelform. Ein jeder schneidet sich von ihm, so viel er braucht, und breitet ihn an der Sonne zum Trocknen aus. Infolge davon wird er sehr leicht. Bringt man ihn ans Feuer, so entzündet er sich, und das Feuer erfaßt ihn, wie es Brennholz erfaßt, und er macht ein großes Feuer mit mächtiger Glut, wie das Feuer des Blasebalges der Glaser. Ist ein Stück verbrannt, so hinterläßt es keine Kohle, sondern Asche.

des Blasbalges aufgehängt. Bei w befindet sich eine ins Innere gehende Öffnung. An diesem Ort befestigen wir das Rohr we sehr fest, damit in den Blasbalg hier weder Wind noch Luft eintritt noch austritt. In den Blasbalg machen wir bei l ein Loch n, dort wird eine Klappe (*Bâb* Ventil) angebracht, wie sie die Schmiede benutzen, so daß die Luft durch dieses Loch in den Blasbalg eintreten, aber nicht austreten kann.

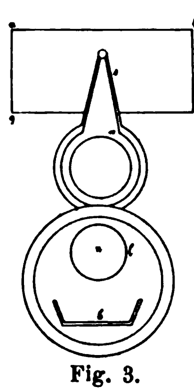


Fig. 3.

Haben wir dies ausgeführt, so lassen wir das Rohr ew in den Brunnen abgd. Steigt dann der Mensch hinab, so bringt man das Ende des Rohres neben seine Nase und Mund und bläst fortwährend mit dem Blasbalg. Dann verträgt der, der hinabsteigt, die Luft, denn sie ist so, wie sie der Mensch braucht; daher schadet ihm die schlechte dicke Luft in dem Brunnen nicht, und der, der hinabsteigt, bleibt gesund. Haben wir aber nicht alles, was beim Abstieg sich ereignen kann, berücksichtigt *a*), so muß man das Rohr eine Weile vor dem Abstieg des Mannes in den Brunnen hinabsenken und ein fortdauerndes Blasen des Blasbalges unterhalten, damit in den Brunnen gute reine Luft, wie sie dem Leben des Menschen zuträglich ist, eintritt, und die schlechte Luft aus ihm austritt. Es kann nämlich erstere nur nach dem Austritt der schlechten Luft eintreten; was in dem Maße, wie die gute eintritt, erfolgt.

Über die Untersuchung von Brunnen, in denen man Miasmen vermutet, und deren Reinigung gibt *Ibn al'Auwâm* (Übersetzung von Cl. Müller Bd. 1, S. 127, Banqueri Bd. 1, S. 145) im Anschluß an die nabatäische Landwirtschaft eine Reihe von Vorschriften folgenden Inhaltes.

Die Reinheit der Luft wird durch Hinablassen einer Kerze geprüft; erlischt sie nicht, so ist die Luft rein, im entgegengesetzten Fall muß man sie entfernen. Dazu befestigt man ein Stück Stoff an einer Schnur und bewegt es im Brunnen schnell auf und ab, bei breiten Brunnen verfahren so mehrere Leute gleichzeitig. Man fertigt auch aus Rohr Bündel, die man an Schnüren in Bewegung setzt. Man kann auch zunächst kaltes Wasser in den Brunnen gießen und dann ventilieren, ferner heißes Wasser eingießen und den Brunnen eine Zeitlang verschließen. Endlich wird vorgeschlagen, in einem Gefäß Stroh oder etwas ähnliches anzuzünden und dasselbe abwechselnd in den Brunnen hineinzusenken und emporzuheben (vgl. hierzu nach Cl. Mullet Plinius lib. 31, 28; Palladius Aug. 9).

Nach Cl. Mullet hat Kazwien (wohl *Qazwînî*) angegeben, daß man den Blasbalg benutzt, um die verdorbene Luft der Bergwerke zu verbessern (das Zitat fehlt).

---

a) Es soll das wohl heißen „für etwaige Unglücksfälle Vorsorge getroffen".

Zu dem Beiträge VI, S. 6 über die *Benû Mûsà* Mitgeteilten sei folgendes beigefügt.

Ein Schüler von *Muḥammad* war *Ṯâbit Ibn Qurra.* Er war in *Ḥarrân* geboren, war dort Wechsler und siedelte später ganz nach *Baġdâd* über. Als *Muḥ. Ibn Mûsà* aus dem Lande *Rûm* zurückkam, nahm er ihn, da er seine Sprachgewandtheit erkannte, zum Genossen. Man erzählt, daß er sich an *Muḥammad* wandte, und daß letzterer ihn in seinem Hause unterrichtete. — Danach ist *Muḥammad* selbst in Byzanz gewesen und hat dort wohl die in den *Ḥijal* beschriebenen Versuche kennen gelernt. Unter *Muḥammads* Einfluß sind wohl auch die folgenden Werke von *Ṯabit Ibn Qurra*, die *Ibn al Qifṭî* (S. 116) aufführt, entstanden: Propositionen über die *Ḥijal.* — Werk über das Instrument der Flöte (*Zamr*), — Werk über die Pfeife (*Ṣaffâra*), ihre Arten und ihre Handhabung.

Einen Text der Schrift der *Benû Mûsà,* Beschreibung des Instrumentes, welches von selbst flötet, eines Kunstwerkes, hat L. Cheikho aufgefunden und arabisch publiziert (*al Machriq* 1906, S. 19 u. 444). Arabische Literatur über die Orgel u. s. w. findet sich an dieser Stelle zusammengestellt.

Schriften über die *Ḥijal* sind noch folgende:

In einem ethischen Schriftchen, Medizin der Seele, gibt *Ibn Aknin* eine enzyklopädische Übersicht der Lehrmittel und Lehrgegenstände. Unter der Rubrik Mathematik ist aufgeführt: Über Mechanik, das Werk der *Benû Schâkir* (M. Steinschneider, Schlömilch. Z. S. Bd. 10, S. 465. 1865; vgl. auch E. Wiedemann. Festschrift für Prof. Rosenthal S. 155. 1906).

Schriften mit dem Titel *Fî'l Ḥijal* sind mir noch folgende bekannt geworden:

Von Archimedes erwähnt *al Kindî,* der Beschreiber Ägyptens, eine *Ḥijal al Handasa* (der Geometrie) Beiträge IV, S. 234.

Das *Kitâb* (Werk) *al Ḥijal* des Aristoteles ist dessen Mechanik, wie sich aus *al Fârâbîs* Ausführung bei Schmölders (Docum. p. 20 unter E. a 1) ergibt, so übersetzt auch Flügel (H. Ch. Bd. 5, S. 78, Nr. 10079; vgl. auch Bd. 7, S. 851)[1]).

Werke über die *Ḥijal* rühren auch von dem großen Philosophen *al Fârâbî* her und zwar:

---

[1]) Steinschneider in der Z. S. für Bibliothekswesen Beiheft 11, S. 86. 1893; vgl. auch Müller, Mech. Probleme S. 55. Im British Museum (Catalog p. 20) ist eine Schrift *al Mahanîqî wa hija al Ḥijal* (die Mechanik und das ist *al Ḥijal*) aufgeführt. Unter Aristoteles Schriften führt *Ibn Abî Uṣ.* den Titel *Fî'l Ḥijal* auf (Bd. 1, S. 69, 16).

1. Werk über *al Ḥijal* (*Ibn al Qifṭi* S. 280, Casiri fügt bei Bd. 1, S. 193 *al Handasija*), also über die sinnreichen Anordnungen oder die geometrischen sinnreichen Anordnungen.

2. Buch über die Kunstgriffe (*Ḥijal*) und die Geheimnisse (*Nawâmis*, Taschenspielerei, künstliche Magie), wohl im Anschluß an das pseudoplatonische, angeblich von Galen bearbeitete, aus dem Lateinischen ins Hebräische übersetzte Werk *Newenis* (vgl. M. Steinschneider, Zur pseudoepigraphischen Literatur S. 53 u. Z. D. M. G. Bd. 18, S. 151. 1864 und Bd. 20, S. 490 und 500. 1864).

Zu beiden Werken vgl. Steinschneider. Mem. de St. Petersbourg (7) Bd. 13, S. 78.

Ḥijal bedeutet auch Rechtskniffe (Goldziher. Z. D. M. G. Bd. 60, S. 223. 1906).

Herrn Dr. Juynboll verdanke ich noch folgende Bemerkung:

In den muhammedanischen Gesetzbüchern heißen alle Umgehungsgeschäfte *Ḥijal*. So ist z. B. Wucher (*Ribâ*) im Gesetze streng verboten. Es gibt aber viele erlaubte *Ḥijal*, Rechtskniffe, und der Wucherer kann mit diesen *Ḥijal* ganz gut seine Zwecke erreichen; er umgeht und vermeidet die gesetzlichen Schwierigkeiten mit diesen Kunstgriffen. Siehe auch Lane, Lexicon, sub voce, p. 676 2ne col. Dieses Wort war also sehr geeignet, um alle Zauberkunststücke und später auch die Mechanik im allgemeinen zu bezeichnen.

VIII. Nachträge.

1. Über Uhren.

Im folgenden sollen einige weitere Stellen über Uhren mitgeteilt werden (vgl. Beiträge III, S. 255; V, S. 408; VI, S. 11).

Frühe Nachrichten über Uhren finden wir bei dem Philologen und Schriftsteller *'Amr Ibn Baḥr al Ǵâḥiẓ*; er starb im Jahre 869 und war daher ein älterer Zeitgenosse der *Benû Mûsà* und von *T̠âbit Ibn Qurra*. Die Notizen finden sich in seinem Tierbuch (*Kitâb al Ḥajawân*, Cairo 1323 d. H.); das Werk ist aber keine Zoologie, sondern in ihm werden gelegentlich der angeführten einzelnen Tiere die mannigfachsten Nachrichten mitgeteilt.

Al Ǵâḥiẓ erwähnt zunächst (Bd. 1, S. 41) bei der Besprechung der Leistungen der Romaer die Instrumente, mittelst deren man die Stunden bestimmt. Bd. 2, S. 107 handelt er von der Bestimmung der Zeiten; dazu dienen Hahnen- und Eselsgeschrei u. s. w. und fügt dann bei „Unsere Könige und Gelehrten benutzen bei Tage die Astrolabien und bei Nacht die Wasseruhren (*Binkâma*, der Text hat *Minkâba*), bei Tage haben sie außer den Astrolabien die Linien und den Schatten (d. h. Schatteninstrumente, Sonnenuhren). Daran erkennen sie, was vom Tage verflossen

ist und was übrig ist. Wir sehen, daß sie die Aufgänge und den Lauf untersuchen."

Daran reiht sich eine interessante Notiz: Wir sehen, daß die Gärtner, die geübt sind, dieses [die Zeit] aus dem Geruch der Blumen erkennen.

Über Uhren handelt auch *al Châzini* in der Wage der Weisheit. In der 8. *Maqâla* lautet (S. 24) der Titel des 4., 5., 7. und 8. Kapitels folgendermaßen: Kap. 4: Über die Stundenwage, über die Herstellung ihres Balkens und das, was sich auf ihm an Rechnung befindet. Kap. 5: Über die Herstellung der Behälter für Wasser, Sand und was damit zusammenhängt. Kap. 7: Über die Kenntnis der Stunden und ihrer Bruchteile. Kap. 8: Über die Herstellung der feinen Wage und ihre Anwendung für die Zeiten und deren Bruchteile.

Über die Stundenwage teilt Khanikoff (S. 105) folgendes mit (der Text fehlt). Sie bestand aus einem langen Hebel, der sich um eine Achse drehte, die ein wenig über dem Schwerpunkt lag. An dem einen Arme war ein Behälter mit Wasser angebracht, der sich durch eine kleine Öffnung an seinem Boden in 24 Stunden entleerte. Dieser mit Wasser gefüllte Behälter wurde durch Gewichte an dem anderen Arme im Gleichgewicht gehalten. Dieser Arm stieg in dem Maße, als das Wasser ausfloß, in die Höhe, die Gewichte glitten an ihm herab und zeigten durch ihren Abstand vom Aufhängepunkt die verflossene Zeit an.

Die Uhr von Damaskus erwähnt *Ibn Baṭûṭa*[1]) (Bd. 1, S. 209). Er sagt: Auf der rechten Seite dessen, der an dem Tor *Ǵairûn* herausgeht, d. h. dem Tor der Stunden, befindet sich eine Galerie, die die Gestalt eines großen Bogens hat. In ihr befinden sich kleine offene Bögen; sie haben Türen entsprechend der Zahl der Tagesstunden; innen sind sie grün, außen gelb gemalt. Ist eine Tagesstunde verflossen, so dreht sich die innere grüne Seite nach außen und die äußere gelbe Seite nach innen. Man sagt, daß sich im Innern der Galerie jemand befindet, der den Wechsel beim Ablauf der Stunden mit seiner Hand bewirkt.

Das *Bâb Ǵairûn* ist das östliche und größte Tor der großen Moschee der *Benû Omajja*. — Das *Bâb al Sâʿât* ist das südliche (A. von Kremer, Topographie von Damaskus, S. 34 ff.; Denkschriften der Wiener Akademie, Bd. 5. 1854).

Nach v. Kremer befindet sich in dem Hof der obigen Moschee eine Kuppel der Stunden (*Qubbat al Sâʿât*), an der sich eine Uhr befand. Sie ist vom osmanischen Sultan *Maḥmûd* erbaut worden (a. a. O., S. 41).

---

[1]) *Ibn Baṭûṭa* lebte 1325—1377 (Brockelmann Bd. 2, S. 256); man sieht, daß so lange in Damaskus diese Uhr vorhanden war. Die nahe Übereinstimmung zwischen *Ibn Baṭûṭa* und *Ibn Ǵubair* erklärt sich daraus, daß der Bearbeiter von den Reisen des ersteren *Ibn Ǵuzaij* vielfach den *Ibn Ǵubair* wörtlich ausschreibt. — Zu der Beschreibung der Uhr durch *Ibn Ǵubair* vgl. auch *Ibn Ǵubair* (Traduzione da C. Schiaparelli; in einer Anmerkung fügt Schiaparelli hinzu (beigefügt von *al Scharischi*). Die Stelle aus *Ibn Ǵubair* hat auch S. de Sacy in *ʿAbd al Laṭif*, Déscription de l'Égypte, S. 579 mitgeteilt.

Eine Nachricht über eine **Uhr** in *Baġdâd* an der von *Mustanṣir* errichteten Akademie ähnlich derjenigen von *Riḍwân* beschriebenen teilt Cheikho mit (*al Maschriq* Bd. 10, S. 80. 1907).

Eine weitere Stelle findet sich bei *Qazwînî* (Bd. 2, S. 211) bei der Beschreibung von *Baġdâd*. Sie ist unten mitgeteilt. Die Abweichungen in den in ihr enthaltenen Versen sind gleich der Übersetzung des Cheikhoschen Textes beigefügt.

Cheikho behandelt die Uhr im Anschluß an die Veröffentlichung einer eigentümlichen Sonnenuhr *al Mukḥula*[1]). Das Wort bedeutet ursprünglich das Gefäß, wo man den *Koḥl*[2]), das feine Schwefelantimon- (oft auch Bleiglanz) Pulver zum Schminken der Augen aufhebt. Die Sonnenuhr hat diesen Namen von ihrer Gestalt, sie besteht aus einem unteren kurzen Zylinder, auf den sich ein abgestumpfter Kegel aufsetzt, der selbst von einem kugelkalottenförmigen Deckel bedeckt ist. (Die Dimensionen der Zeichnung sind Basis des Zylinders 2,6 cm, Höhe 0,9 cm, Höhe des abgestumpften Kegels 4,2 cm, oberer Durchmesser 1,5 cm, Höhe der Kugelkalotte 0,7 cm).

Die Schrift rührt her von einem sonst nicht bekannten *Abû Muḥammad ʿAbd Allâh Ibn Qâsim Ibn ʿAbd Allâh Ibn Jaḥjâ al Ṣaqalî* (aus Sizilien), der jedenfalls vor dem 6. Jahrhundert der *Heġra* lebte.

Cheikho sagt: Nachdem wortgemäß das obige berichtet ist, wollen wir hier mitteilen, was wir in einer alten handschriftlichen Chronik gefunden haben; der Name des Verfassers ist nicht angegeben. Wir glauben, daß sie das Werk *Mirât al Zamân* (Der Spiegel der Zeit) von *Sibt Ibn al Ġauzî*[3]) ist, der 254 H. (1257 n. Chr.) starb. Er war der Sohn der Tochter von *Abu'l Faraġ ʿAbd al Raḥmân Ibn al Ġauzî*. Man nennt ihn auch *Ibn Qyzoġlu* (arab. geschrieben *Kizuġlû*). Die Stelle der Chronik lautet:

Im Jahre 633 H. (1236 n. Chr.) wurde der Bau der Säulengalerie (*Aiwân*) (Bogens) vollendet, die gegenüber der *Madrasat al mustanṣirija* (der von *al Mustanṣir* gegründeten Akademie) errichtet wurde.

Unter ihr wurde eine Bank aufgestellt, auf der sich der Arzt niederließ, und dort versammelten sich diejenigen, die bei ihm Medizin studierten; dort suchten ihn die Kranken auf, um sich von ihm behandeln zu lassen. Auf der Wand dieser Bank war ein Kreis konstruiert und auf ihm das Bild des Himmelsgewölbes (*Falak*) dargestellt, und auf ihm waren

---

[1]) Es ist dies eine seltene Bildung eines nomen vasis.

[2]) Von diesem Wort kommt auch der Name *Alkohol* als eines feinen Körpers, vgl. auch den Ausdruck „pulvis alcoholisatus".

[3]) Zu unserem *Ibn al Ġauzî* vgl. Brockelmann Bd. 1, S. 347. Der vollständige Titel unseres Werkes ist: Der Spiegel der Zeit über die Chronik der Vornehmen. Von seinem Großvater *al Ġauzî* handelt Brockelmann sehr ausführlich Bd. 1, S. 499 auf Grund einer Selbstbiographie. Auch er hat historische Werke wie der Enkel verfaßt, einem derselben dürften die weiter unten mitgeteilten Verse entnommen sein. *Al Ġauzî* selbst wurde 1116 in *Baġdâd* geboren und starb dort 1200, sein Enkel wurde 1186 in *Baġdâd* geboren und starb 1257 zu Damaskus.

elegante Bogen mit eleganten Türen angebracht. In diesem Kreise befanden sich zwei goldene Falken auf zwei goldenen Schalen (*Ṭâsa*) und hinter ihm zwei Kugeln aus Messing (*Bunduqa min Schibh*[1]), die der Beschauer nicht sah. Nach Ablauf jeder Stunde öffneten sich die Schnäbel der Falken, und aus ihnen fielen zwei Kugeln. So oft eine Kugel herabfiel, öffnete sich eine der Türen in diesen Bögen. Die Türe war vergoldet[2]) und war dann [d. h. nach dem Öffnen] versilbert. Nachdem die Kugeln in die Schalen gefallen waren, kehrten sie an ihren [ursprünglichen] Ort zurück. Ferner gingen goldene Monde an dem azurblauen Himmel (*Samâ*) dieses Himmelsgewölbes zugleich mit der Sonne auf, kreisten zugleich mit ihr und gingen zugleich mit ihr unter. So oft die Nacht kommt, so zeigen sich dort Monde; ihr Erscheinen (ihr Aufgang) wird durch Licht, das sich hinter ihnen befindet, bedingt. So oft eine Stunde vollendet ist, erlischt jenes Licht in dem Kreis des Mondes, dann beginnt es [zu leuchten] in einem anderen Kreis[3]), bis die Nacht schwindet und die Sonne aufgeht, dadurch erfährt man die Stunden der Gebete.

Auf das Obige machten die Dichter Gedichte. Hierher gehört der Ausspruch von *Abu'l Faraǵ 'Abd al Raḥmân Ibn al Ǵauzi* in den Versen[4]), in denen er den Chalifen pries: Oh *al Manṣûr,* oh Fürst, durch dessen Verstand die Schwere der Nächte leicht wird. Für *Allâh* und sein Wohlgefallen hast Du das vortrefflichste Gebäude in die Höhe geführt, das mit Bewunderung die Augen erfüllt: eine Säulenhalle der Schönheit, deren Plan[5]) mit Staunen erfüllt, bei deren Anblick die Schauenden erstarrt sind[6]). Auf ihr ist ein kreisförmiges Himmelsgewölbe abgebildet, während die Sonne auf ihm ohne Rast dahineilt; einen Kreis aus Lapis Lazuli (*Lâzward*) schmückt[7]) ein Punkt aus Gold, in welchem sich ein wohlgehütetes Geheimnis[8]) befindet. Der Kreis mit ihm (dem Punkt) auf dem Bild ist wie ein „H", das in der Mitte eines „N" angebracht ist[9]).

---

[1]) *Bunduq*, hier *Bunduqa*, ist der Ausdruck für die Kugeln bei diesen Uhren.

[2]) D. h. die Außenseite war vergoldet, die Innenseite versilbert.

[3]) An dem Himmel sind eine Reihe von Monden angebracht, die nacheinander beleuchtet werden.

[4]) Die Verse sind im Versmaß *Raǵâz* abgefaßt.

[5]) *Qazwînî* hat statt *waḍ'uhu* sein Plan, *waṣfuhu* seine Beschreibung.

[6]) *Qazwînî* hat hier noch den Vers „Ihre Stunden leiten die Menschen zu den Gottesverehrungen, und durch das Gestirn werden sie recht geleitet. (Die Gebete der Muhammedaner fanden zu bestimmten Stunden statt.)

[7]) *Qazwînî* hat *ḥalat* statt *ḥukkat*, ersteres ist wohl richtig.

[8]) Es ist das Geheimnis, wie sich der Kreis bewegt.

[9]) Der Vers bezieht sich auf die Gestalt der arabischen Buchstaben, das „H" ist ein kleiner Kreis, das „N" ein größerer, aber oben nicht ganz geschlossen, hier wird wohl angenommen, daß er ganz geschlossen ist.

Qazwînî hat noch den Vers „Er ist da zur Belebung von Adel und hoher Gesinnung; ein Kreis, dessen Mittelpunkt die Welten sind.

Bei *Qazwînî* heißt es (Bd. 2, S. 211): Zu den Glanzpunkten von *Baġdâd* gehört die Akademie, welche *al Mustanṣir Billâh* aufführte. Es ist zuvor keine gebaut worden, die ihr an Schönheit der Anlage und Stattlichkeit des Baues ähnlich war und in bezug auf ihre ausgewählte Lage an dem Ufer des Tigris, indem eine ihrer Seiten in dem Wasser stand; man kennt keinen Ort, der zahlreichere Stiftungen besitzt und keinen, in dem sich für die Bewohner behaglicher lebte. Über dem Tore der Akademie befindet sich eine Säulenhalle, in deren Vorderseite der Kasten der Stunden (*Sandûq al Sâ'ât*) nach einem wunderbaren Plane angebracht ist; er zeigt die Stunden der Gebete und den Ablauf der zeitlichen Stunden[1]) bei Tag und bei Nacht an. Es sagt *Abu'l Faraǵ 'Abd al Raḥmân Ibn al Ǵauzî* u. s. f.

Al Madrasa al mustanṣirîja wurde von dem vorletzten Chalifen aus dem Hause der Abassiden *Mustanṣir Billâh* 1226—1242 gegründet und war im Jahre 1234 vollendet. Sie sollte die berühmte *al Madrasat al Niẓâmîja*[2]), von *Niẓâm al Mulk*, die 1065 gegründet und 1067 eröffnet wurde, ersetzen. Die *Mustanṣirîja* muß nach den Schilderungen sehr glänzend gewesen sein; sie besaß eine große Bibliothek, Räume, um das Trinkwasser zu kühlen, die von uns behandelte Uhr. Weiter war in ihrem Innern ein Bad und ein Hospital (*Bimâristân*), an dem ein Arzt angestellt war, der jeden Morgen eine Visite zu machen und den Kranken Verordnungen zu geben hatte. Hieraus ergibt sich das Verständnis des Obigen.

Einen Schwimmer, der dazu diente, die Menge ausgeflossenen Blutes beim Aderlaß zu bestimmen, beschreibt *al Dimaschqî* (Text S. 87/88, Übersetzung S. 104). Der Vorsteher des Klosters zu *Akka* gab dem König *Manṣûr* eine Schale (*Ṭascht*) aus Gold, in deren Mitte sich ein viereckiger Kasten (*Bait*) befand, der vier Öffnungen am unteren Ende nach der Schale hin hatte. Sie ließen das Blut beim Aderlaß in das Innere des Kastens eintreten. In dem Kasten befand sich durch den Deckel versteckt die Figur eines Menschen, dessen Kopf und Hals aus dem Deckel hervorragte. Wenn von dem Blut eine Menge von 10 Dirham (ca. 30 g) abgelassen ist, so erhebt sich die Figur bis zur Brust, und auf ihr erblickt man geschrieben 10 Dirham. So geht es weiter bis zu 3 Unzen von Damaskus. Dann steht die Figur aufrecht und aus ihrem Innern hört man ein griechisches Wort, dessen Bedeutung ist, es genügt, es genügt[3])!

---

[1]) D. h. von je $^1/_{12}$ der gesamten Länge des Tages oder der Nacht.

[2]) Vgl. zur *Niẓâmîja* Le Strange, Baghdad. 1900, S. 297, zur *Mustanṣirîja* S. 266. Nach dem Plan VIII liegen beide am Tigris, letztere etwas mehr stromaufwärts. Mit *Niẓâm al Mulk* war sehr nahe der große Mathematiker, Dichter und Denker *'Omar al Chajjâmî* (persisch *'Omar Chajjâm*) befreundet. Ein wenig bekannter, wichtiger Aufsatz von E. Rost über ihn findet sich Journal of the Royal asiatic Society 1898, S. 349.

[3]) Nach Sauvaire, J. asiat. (8) Bd. 4, S. 304. 1884 ist 1 syrische Unze = 50 Dirham = 155 g. Drei Unzen, also das Maximum Blutes, das entnommen wird, sind 465 g = 440 ccm. Jetzt entnimmt man im Maximum von 500 ccm.

Aus der Antike möge noch folgendes nachgetragen werden: In Konstantinopel war auch bei der Apostelkirche ein Horologium.

Manilius[1]) (Astronomica lib. IV) spricht von dem, der im Zeichen des Wassermannes geboren ist, und teilt ihm alle Künste der Hydraulica zu. Als spezielle Anwendung dieser Wissenschaft heißt es: (Vers 266—267) „Ja auch die Gestalt der Welt und die himmlischen Sitze wird er bewegen und einen neuen Himmel in einen Kreis drehen". Hieraus verbunden mit Pappus VIII, 1026 ff., nach dem Archimedes in einem Werk über die Sphaeropoiia die Konstruktion dieses Apparates beschrieben hatte, der eine seiner berühmtesten Entdeckungen war, ergibt sich, daß es zur Zeit des Augustus Künstler gab, welche ganz regelmäßig die Erfindung des Archimedes, vielleicht mit einigen Abänderungen, wiederholten. Lactantius (Dion. Just. II, 5) sagt, daß die Sphäre des Archimedes aus Kupfer, Claudianus, daß sie aus Glas war. Die Erfindung dieses wunderbaren Spielzeuges war, wie es scheint, noch zu den Zeiten des Claudianus (ep. 18), wenn nicht noch zu denen des Martianus Capella (VI, 583) bekannt.

Das Prinzip, nach dem das Wasser gleichförmige Rotationsbewegungen, aber von entgegengesetztem Sinn und verschiedenen Geschwindigkeiten einer Reihe von konzentrischen Kugeln mit verschieden geneigten Achsen erteilen konnte, ist offenbar dasjenige, auf das der hydraulische Kreisel sich gründet; es war schon seit Ktesibius bekannt.

Die antiken Klepshydren und Uhren sind in der Realistischen Chrestomathie von M. C. P. Schmidt. Leipzig 1901 behandelt; einmal bespricht er sie und dann gibt er die einschlägigen Texte. Diese, sowie andere Schriften des Verfassers enthalten auch sonst viel Wertvolles für Mathematik, Physik und Technik; dort sind auch zahlreiche Literaturnachweise gegeben.

2. Über Heber u. s. w.

Diese Nachträge beziehen sich auf Beiträge V, S. 420, 424; VI, S. 31 ff. Schon dort wurden mehrfach Stellen aus philosophischen Schriften mitgeteilt; die folgenden mögen sie ergänzen.

Aus der *Murtaḍâ's Ġurar al Fawâiḍ wa Durar al Qalâid*[2]) (Lithogr. Teheran) angehängten *Masâil* (Frage) hat mir Herr Prof. Goldziher einige Stellen mitgeteilt, die auf das Zaubersieb und den Becher des rechten Maßes Bezug haben. Sie lauten in der Übersetzung:

„Über die Widerlegung dessen, der mit Hilfe des Zaubersiebes (*Saḥḥâra*) gegen die Meinung argumentiert hat, daß die Welt voll (vollkommen erfüllt) ist."

---

[1]) Vgl. P. Tannery. Revue de Philologie, Bd. 17, p. 213. 1893.

[2]) Wörtlich etwa das Auserlesene der Nützlichkeiten und die Perlen der Halsketten.

Es wird also die Theorie vom leeren Raum durch die Erscheinungen an dem Zaubersieb bewiesen. *Murtaḍà* widerlegt dies dann sehr weitläufig.

Am Schluß der Abhandlung wird ein Gefäß mit Namen *Qadaḥ al 'Adl* (Becher des rechten Maßes) behandelt. Es heißt:

„Es ist ein Becher, in dessen Mitte sich ein umgebogener Heber (*Barbach*) befindet. Er erstreckt sich nach oben beinahe an den oberen Teil [des Bechers] und durchsetzt ihn an seinem unteren Ende. Über dem oberen Ende dieses Hebers befindet sich eine Art Deckel, der ihn von seinen Seiten umgibt, er ist zurückgebogen[1]). Oben ist er [der Heber] geschlossen und unten gespalten (offen). Schütten wir in den Becher Wasser, so bleibt es in ihm, bis es bis zum oberen Ende des Hebers gestiegen ist. Übersteigt es dieses auch nur ein wenig, so fließt das ganze Wasser aus dem Becher, indem es von dem unteren Ende des Hebers aufsteigt, bis alles heruntergestiegen (ausgeflossen) ist. Die Anhänger der Lehre, daß eine vollkommene Raumerfüllung vorhanden ist [wörtlich: die Genossen des Erfülltseins] behaupten, daß der Grund für das Aufsteigen des Wassers nach dem oberen Ende des Hebers in dem Zwang besteht, welchen das Vakuum ausübt, so lange als noch ein ausfüllbarer Raum darin leer ist, und daß der Grund n i c h t in dem selbsttätigen Aufsteigen des Wassers besteht.

Sein Hinabsteigen geschieht nach der Meinung von *Abû Hâschim*[2]). Was in Betreff des Zaubertrichters als Grund angeführt wird, ist hier nicht am Platz. Sonst kann man sich auf nichts berufen, als auf die Gewohnheit und deren Geltung."

Der Schluß bezieht sich nach Goldziher auf die bekannte These der *Mutakallimûn*, daß es keine Naturnotwendigkeit, sondern nur eine Naturgewohnheit, einen Habitus gebe, den Gott unterbrechen könne.

Im 8. Kapitel des zweiten Buches der Physik der *Schifâ*[3]) behandelt *Ibn Sinâ* sehr eingehend die Lehre vom leeren Raum, dessen Existenz er leugnet. In der *Naǧât*[4]) sagt er: Der leere Raum existiert nicht. „Er ist nur ein Name, wie der erste Meister gesagt hat[5])". In der *Schifâ* sind auch die Apparate „vas furans aquam" der Wasserdieb und „cedaqua" besprochen. Der Schluß lautet dann: Daher ist es möglich, ein großes Gewicht zu heben mittelst eines kleinen Gefäßes, das geschickt über jenes gesetzt ist, und vieles andere zu tun, das zu den wunderbaren Dingen

---

[1]) D. h. der Deckel ist an seinem äußeren Rand nach unten umgebogen.

[2]) Zu *Abû Hâschim* vgl. de Boer, Philosophie S. 54.

[3]) Ich habe die lateinische Übersetzung, Venedig 1508, benutzt; das ganze große Werk wird uns hoffentlich in absehbarer Zeit in der Übersetzung von Dr. Horten vorliegen. (Die erste Lieferung ist erschienen unter dem Titel: Das Buch der Genesung der Seele. Halle a/S 1907.)

[4]) *al Naǧât* S. 38.

[5]) Vgl. hierzu Carra de Vaux, Avicenne S. 197. Paris 1900.

gehört, die wegen der Unmöglichkeit der Existenz des leeren Raumes ausgeführt werden.

Einer gütigen Mitteilung von Herrn Prof. Fraenkel in Breslau entnehme ich das folgende. *Saḫḫâra* findet sich in den syrisch-arabischen Glossensammlungen als Erklärung bei Bar Bahlûl; 1032 heißt es: Ein kupfernes Gefäß, mit dem man Wasser aus einem Fasse heraufzieht; es hat die Gestalt eines kleinen Kruges. Am Grunde hat es eine kleine Öffnung, an der Spitze ein langes Rohr. Wenn nun jemand die Öffnung mit seinem Finger verschließt, kann weder etwas ein- noch ausfließen. (Es ist also ein Stechheber, eine Pipette; vgl. C. de Vaux, Notices et Extraits Bd. 38, S. 130.) — Eine ziemlich identische Erklärung enthält das talmudische Wörterbuch *'Ârûch*.

3. Über wissenschaftliche und andere Leistungen der Völker.

Beiträge IX, S. 194 sind eine Reihe von Bemerkungen über die Befähigung verschiedener Nationen mitgeteilt. Das Folgende möge zur Ergänzung dienen.

Dimaschqî selbst fügt noch in bezug auf Kenntnisse auf unserem Gebiete folgendes bei (Text S. 260/261, Übersetzung S. 375/377).

Die Araber sind besonders hervorragend in der Kunst, Quellen zu finden (*Rijâfa*), in der Kenntnis der meteorologischen Verhältnisse (*al Anwâ*, Wolken, aufgehende Gestirne) und der richtigen Leitung durch die Sterne. Von den Persern rühmt er die Landwirtschaft und die Medizin.

Sehr ausführlich hat *Ibn al Faqîh* (S. 251) die Dinge besprochen, mit denen Gott die einzelnen Völkerschaften ausgestattet hat. Naturwissenschaftlich und technisch interessant dürfte das Folgende sein:

Als Produkte von *Sind* und *Hind* werden angeführt Wohlgerüche und Edelsteine, wie der Hyazinth, Diamant.

Bei den Chinesen werden die Kunstfertigkeiten gerühmt. Ihnen eigen sind die Tonwaren (*Ġiḍâra*), Lampen (*Sirâǵ*) und andere solche feste Geräte, die wunderbar in der Kunst und haltbar in der Ausführung sind.

Von den Bewohnern von *Baġdâd* werden hervorgehoben die festen Gläser, wie Trinkbecher, Schalen, Becher und steinerne Schüsseln.

Von den Bewohnern von *Hamḏân* werden Spiegel, Löffel, Kohlenbecken, vergoldete Tamburine angefertigt.

Die Leute von *Fars* (Provinz von Persien) verfertigen elegante und solide Geräte aus Eisen, so daß ein Gelehrter, als er diese zierlichen Sachen aus *Fars* bei einem König sah, sagte: Fürwahr, Gott hat diesen Leuten das Eisen weich und dienstbar gemacht, so daß sie daraus machen, was sie wollen. Sie sind das geschickteste Volk in der Herstellung großer

Kessel, Schlösser, Spiegel, im Schmieden von Schwertern und verschiedenen Panzern. — Bei ihnen findet sich das Rosenwasser aus *Ǵûr*, der Ton (*Ṭîn*) aus *Sîrâf* u. s. w.

Die Leute aus *Seǵistân* fertigen *seǵstanische* Trinkgefäße, Wasserkrüge und zahlreiche Geräte aus Bronze (*Schibh*) und Messing (*Ṣifr*).

Über die Leistungen der Griechen verbreitet sich sehr ausführlich *al Ǵâḥiẓ* [1]) in der Einleitung zu seinem Tierbuch. Er führt dies etwa folgendermaßen aus:

Es möge Dir genügen, was in den Händen der Menschen an Werken ist über die Rechenkunst, die Medizin, die Logik, die Geometrie, die Kenntnis der Melodien, der Landwirtschaft, des Handels und an Kapiteln über Färbemittel, Parfüme, Speisen und Instrumente. Sie brachten Euch die Wissenschaft und die Nutzanwendungen bei den Bädern, den Astrolabien, den römischen Wagen (*Qarasṭûna*, hier Femininum), den Instrumenten zur Bestimmung der Stunden, der Herstellung des Glases, der Mosaike, der Mennige (*Saranǵ*), des Zinnobers (*Zanǵafûr*), des Lapis Lazuli, der Weine, der Kompotte und der . . . Ihr habt erhalten das Email (*Minâ*), das *Nuschâdir* (Salmiak), Alaun und das Aufhängen (*Taʿlîq*) [2]) der Wände und Säulen und das Wiedergeradrichten dessen, was davon schief ist. Sie besaßen das Gießen des . . . und das Erfinden des . . . und des Cannevas (*Chaisch*), die Herstellung der wollenen Westen, die Herstellung der Brander, die Erfindung des Hirsebieres und die Herstellung der Schildkröte (Belagerungsmaschine).

Beigefügt ist noch folgende Bemerkung:

al Haǵâǵ war der erste, der auf dem Meere verpichte und zusammengenagelte und nicht durch Riemen zusammengehaltene (*mucharraz*) Schiffe laufen ließ, sie waren geölt und eben, ohne besonderen Schiffsvorderteil [3]) (*Ǵuǵu*).

Inhalt.

I. Über die Ausdrücke, welche bei dem Wasseramt (*Dîwân al Mâ*) benutzt werden, nach dem siebenten Kapitel der *Mafâtîḥ* S. 307. Zufrieren von Oxus und Jaxartes S. 308. Schiffsmühlen S. 311. Namen des Landes nach der Art der Bewässerung S. 312. — II. Über Wasseranlagen nach dem Werk von *Abû Jûsuf* über die Grundsteuern S. 313. — III. Über Nivellieren

---

[1]) *al Ǵâḥiẓ* († 869), *Kitâb al Ḥajawân* (Buch der Tiere Teil 1, S. 41. Cairo 1323 d. H.). Die . . . bedeuten Worte, deren Bedeutung ich nicht habe feststellen können, bei Fremdwörtern ist der Text sehr unsicher.

[2]) Zu *Taʿlîq* vgl. Dozy, Suppl. Bd. 2, S. 161.

[3]) Sehr schöne Abbildungen von arabischen Schiffen gibt nach einer *Ḥarîrî*-Handschrift P. V. van der Lith in Livre des merveilles de l'Inde S. 91 u. 167. Leiden 1883—1885. An ihnen sieht man sehr deutlich, wie die einzelnen Bretter mit Riemen (Schnüren) zusammengehalten sind, und die hohen Borde und Vorderteile.

Das allgemeine Resultat meiner Phallusstudien.

Von A. Fleischmann.

Aus dem zoologischen Institut der Universität Erlangen.

Mehrfach habe ich in unserem Kreise die Entwicklung des Darmendes und der benachbarten Kopulationsorgane besprochen, wie sie mir jeweils durch die Arbeit meiner Schüler bekannt geworden war. Rücksichten auf Ort und Zeit zwangen, mich auf die Darlegung der speziellen, eine bestimmte eben genauer studierte Tierart betreffenden Verhältnisse zu beschränken und das nebenbei zu streifen, was mir eigentlich am Herzen lag; denn ich hatte die Untersuchungen über die „Kloake und den Phallus der Amnioten" vor 6 Jahren eingeleitet und bis vorigen Sommer fortgeführt, weil ich vergleichende Betrachtungen über die Morphogenie dieser Organe ermöglichen und die Frage prüfen wollte, ob wirklich eine enge ontogenetische Verwandtschaft in der Ausgestaltung desselben bei den drei großen Klassen der Reptilien, Vögel und Säuger nachzuweisen sei. Das spezielle Studium einzelner Vertreter dieser Gruppen sollte mir bloß dazu dienen, die notwendige Basis exakter Kenntnisse zu schaffen, um die deszendenztheoretische Behauptung von der Blutsverwandtschaft der Amnioten zu kritisieren.

Wer auf dem Boden der nach meiner Ansicht durchaus unbegründeten Modetheorie steht, leitet aus der Existenz der vielen, gemeinsamen zoologischen Merkmale die Vermutung ab, daß in längst vergangener Zeit ein genetischer Zusammenhang zwischen den 3 Gruppen bestanden habe — gleichgültig in welcher Art er sich die Blutsbande denkt, ob er die Säuger direkt von Reptilien oder ob er beide Gruppen von unbekannten, gemeinsamen Vorfahren ableitet; ob er die Vögel auf kriechende, den Sauriern ähnliche Ahnen oder auf unbekannte Proreptilien bezieht. Für solche Erwägungen spielt die Beschaffenheit des

Enddarmes eine sehr wichtige Rolle, weil hier scharfe Kontraste existieren. Bei Reptilien und Vögeln spricht man von einer Kloake als gemeinsamer Durchgangsstation von Kot, Harn und Geschlechtszellen, während für die Säugetiere getrennte Wege im Rektum und Canalis urogenitalis bekannt sind. Das Gewicht dieser Gegensätze sollte eigentlich schon den Gedanken naher Blutsverwandtschaft zwischen den Säugern und Sauropsiden zerstören; doch schien die Schwierigkeit beseitigt, seit man wußte, daß in früher Embryonalzeit auch bei den Säugern eine Kloake gebildet und später in Rektum und Canalis urogenitalis aufgeteilt wird, sowie daß bei den eierlegenden Monotremen die Kloake zeitlebens währt.

Durch meine an der Jahrhundertwende gehaltenen Vorlesungen über den Zusammenbruch der Abstammungslehre wurde ich wieder auf das Problem aufmerksam. Ich empfand meine eigene Unkenntnis bei dieser Gelegenheit recht schwer und beschloß, da ich aus der Literatur keinen befriedigenden Aufschluß schöpfen konnte, durch neue Untersuchungen mir klare Anschauung und selbständiges Urteil zu verschaffen. Indem ich die Enddarmgegend bei verschiedenen Vertretern der Amnioten so genau, als es mit dem aufzubringenden embryologischen und anatomischen Materiale überhaupt möglich wäre, untersuchen ließe, hoffte ich einen sicheren Beitrag zur Kritik der hypothetischen Stammesverwandtschaft zu liefern.

Ich weiß sehr wohl, daß durch solche Studien die allgemeine Berechtigung der Deszendenztheorie nicht endgültig bestätigt oder verworfen werden kann, aber bei der unendlichen Komplikation des Tierkörpers ist eben eine andere Behandlungsart der Frage nicht möglich. Wenn ein einzelner Forscher — mag er auch von einem Stabe arbeitsfreudiger Schüler unterstützt sein — eine kritische Prüfung allgemeiner Behauptungen vornehmen will, muß er seine Aufmerksamkeit auf das morphogenetische Schicksal eines bestimmten Körperbezirkes konzentrieren, um vor allem die zureichende Kenntnis aller Eigenschaften desselben zu erringen. Andere Kollegen werden andere Regionen studieren und dann wird durch Zusammenfügung vieler Mosaikbeiträge endlich ein exaktes Bild der gesamten Organisation entstehen. Immerhin aber behält jeder das Recht, während seiner auf enge Grenzen beschränkten Arbeit über das Verhältnis

der Detailresultate zu der heute im allgemeinem Beifalle stehenden Entwicklungstheorie und deren wissenschaftlich exakte Berechtigung nachzudenken. Durch solche Reflexion hat sich eine vollständige Wandlung meiner Ansichten vollzogen; am Beginne der Untersuchung hielt ich eine ziemlich nahe Verwandtschaft, d. h. eine große morphologische Übereinstimmung der Kloake und des Phallus bei allen Amnioten für wahrscheinlich, aber allmählich habe ich mich von dem Irrtume dieser „phylogenetischen“ Annahme überzeugt. Heute erkläre ich es mit voller Bestimmtheit für unmöglich, die verschiedenen Spezialfälle dieser Organe bei Reptilien, Vögeln, Säugern als Stufen einer von niederen Formen zu höherer Vervollkommnung fortschreitenden Entwicklung zu deuten.

Wir wollen die einschlägigen Tatsachen summarisch überblicken!

I. Der Enddarm der Eidechsen und Schlangen.

Der Enddarm bildet kurz vor dem After zwei sagittal hintereinander gereihte Kammern, die langgestreckte Kotkammer, Koprodäum (Fig. 1, Co) und die napfförmige Harngeschlechts-

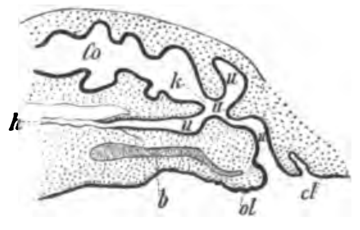


Fig. 1.

Längsschnitt durch den Enddarm eines Embryos von Platydactylus guttatus (4,1 cm). Vergr. 12 : 1. *b* Becken, *Co* Koprodäum, *h* Harnblase, *k* Kotrohr, *ol* orale, *cl* kaudale Lippe des Plagiotrema, *u* Urodäum.

kammer, das Urodäum (u), dessen enger „Stiel“ bis an die äußere Haut der Aftergegend reicht. Zwischen beiden Darmkammern ist eine kurze enge Strecke, das Kotrohr (k) eingeschoben, um die Passage des Kotes aus dem Koprodäum zu sperren oder freizugeben. Während das Koprodäum bloß als Erweiterung eines Darmabschnittes zu beurteilen ist, hat das Urodäum eine plastisch mehr belebte Gestalt. Es bildet dicht hinter dem Kotrohre paarige Aussackungen seiner dorsalen Wand, in welche die drei Harngeschlechtsgänge (Ureter, Wolffscher und Müllerscher Gang) münden, ventral unter dem Kotrohre treibt es den Stiel (h) der Allantois gegen den Nabel vor.

Die Öffnung des Urodäums an der Haut ist durch ihre Form als transversale Querspalte von dem sog. Afterloche der Vögel und Säuger scharf unterschieden, daher nenne ich sie nicht kurzweg After, sondern Plagiotrema.

II. Der Enddarm der Vögel.

Wenn man ältere Embryonen von Vögeln, z. B. einen Entenembryo von 22 Tagen (Fig. 2) untersucht, findet man auch eine Gliederung des Enddarmes in zwei Hauptabschnitte, die sagittal hintereinander gereiht sind: die blasig aufgetriebene Kotkammer (c) liegt dem napfförmigen Urodäum (u_1) dicht und mit breiter Berührungsfläche an. Ein kurzer, dem Kotrohre der Saurier vergleichbarer Epithelstrang ist in der dünnen, auf Fig. 2 als schwarze Linie angedeuteten Berührungswand (Fig. 2, f—g) eingeschlossen. Man wird diese Eigenschaften als eine wichtige, anatomische Übereinstimmung zwischen den Sauriern und Vögeln anzusprechen geneigt sein, aber der theoretische Wert derselben zur Begründung eines stammesgeschichtlichen Zusammenhanges wird nach meiner Ansicht beseitigt durch die zugleich bestehende Formverschiedenheit sowie durch andere morphologische Merkmale, welche den eigenartigen Stilcharakter der Enddarmregion bei den Vögeln steigern.

Am meisten fällt neben der unbedeutenden Entwicklung des Kotrohres der Umstand auf, daß die kaudale Wand des Koprodäums (c) mit breiter Fläche der oralen Wand des Urodäums (u_1) angeschmiegt ist, so daß die beiden Darmabschnitte eigentlich wie eine einzige, durch ein queres Septum geteilte Höhle aussehen. Ferner liegt der hintere Ausgang des Urodäums, ein Längsspalt (keine Querspalte wie bei den Sauriern!) nicht frei an der Körperfläche, sondern verborgen in einer tiefen Aftergrube, Proktodaeum (Fig. 2a), welche zu früher Embryonalzeit angelegt und allmählich von einem wallartigen Vorsprunge, dem Proktalhöcker (Fig. 2, ol u. cl) umschlossen wird. Die mitten auf dem Gipfel des Proktalhöckers befindliche Öffnung, durch welche Kot, Harn und Geschlechtszellen entleert werden, hat man bisher als Kloakenafter bezeichnet. Sie verdient jedoch einen andern Namen, z. B. Epitrema oder Proktotrema, weil sie nicht direkt in das Urodäum, sondern

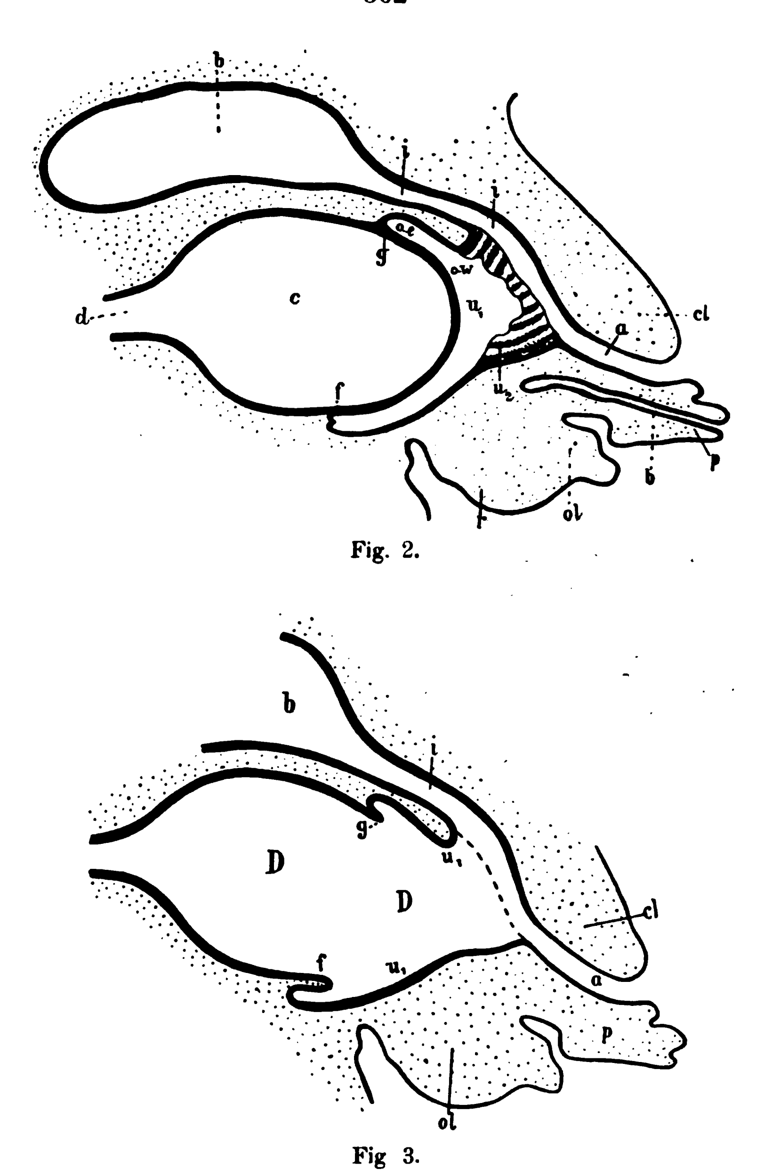


Fig. 2.

Fig 3.

Fig. 2. Idealer Längsschnitt durch den Enddarm eines ♂ Entenembryos, 22 Tage alt, Fig. 3 eines ♂ Entenembryos der letzten Bebrütungsstunden. Vergr. 30 : 1. *a* Höhle des Proktodäum, *b* Blindsack des Epiphallus, *b* Bursa Fabricii, *c* Koprodäum, *cl* kaudale Hälfte des Proktalhöckers, *d* Enddarm, *D* Diplodäum, *e* Mündung des Ureters, *f—g* Vorderrand des Urodäums, *i* Stiel der Bursa Fabricii, *ol* orale Hälfte des Proktalhöckers, *p* Epiphallus, u_1 Urodäum, u_2 Mündungsrand des Urodäum, *w* Mündung des Wolffschen Ganges.

in das den Vögeln allein zukommende, ektodermale Proktodäum (a) führt und auf einem kegelförmigen Auswuchs der Bauchwand liegt. Wie Proktalhöcker, Proktalgrube nebst Proktotrema charakteristische Kennzeichen der Vogelembryonen sind, so tritt auch die in ihrer physiologischen Rolle immer noch rätselhafte Bursa Fabricii (Fig. 2, i, b) bloß bei Vögeln auf, und zwar entsteht sie als dorsale Nebentasche des Urodäums.

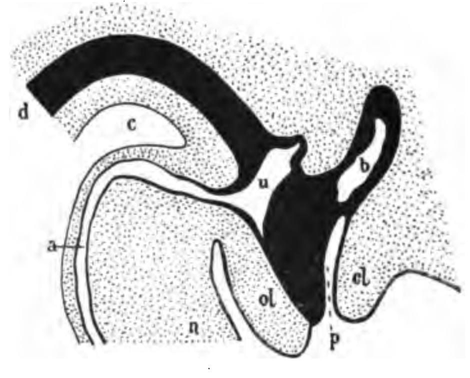
Die morphologische Unabhängigkeit dieser Gruppe manifestiert sich noch deutlicher, wenn die zwischen dem enorm aufgeblähten Koprodäum und dem Urodäum befindliche Scheidewand (Fig. 2, f—g) endlich zerreißt, so daß zwei Darmkammern, welche bei Sauriern zeitlebens gesondert und hintereinander gereiht bleiben, noch bevor die junge Ente aus dem Ei schlüpft, ihrer kaudalen bezw. oralen Wand sowie des zwischenliegenden Kotrohres beraubt und zu einem einzigen großen Raum, dem Diplodäum (Fig. 3, D) addiert werden, dessen Genese aus anfänglich getrennten Stücken an einer niedrigen Ringleiste auch später noch kenntlich bleibt (Fig 3, f, g).

Das hier kurz skizzierte morphogenetische Schicksal des Darmendes bildet nach meinem Urteile einen fundamentalen Kontrast zum Entwicklungsgange der homologen Region bei den Sauriern. Hier tritt uns eine unerwartete Plastik von so selbständigem Werte entgegen, daß man beide Formenkreise als besondere, anatomische Stilgruppen, als Saurier- und Ornithen-stil unterscheiden muß. Mir scheint es unmöglich, sich eine anschauliche Vorstellung davon zu bilden, wie die Gesamtheit der Enddarmmerkmale des Ornithenstiles in geologischer Vergangenheit an einem Enddarm, der Sauriercharaktere oder andere, uns ganz unbekannte Eigenschaften trug, durch langsame oder rasche Ummodellierung hätte entstehen können!

Auch in frühen Embryonalphasen ist dem Blindende des Darmes der Typus des Ornithenstiles aufgeprägt. Man betrachte nur die Fig. 4, um einzusehen, daß hinter dem Nabel (n) der spätere Proktalhöcker (ol, cl) in embryonalen Umrissen angelegt ist, daß das Urodäum dem Proktodäum (p) anstößt, und die dorsale Ausbuchtung der Bursa Fabricii (b) besitzt.

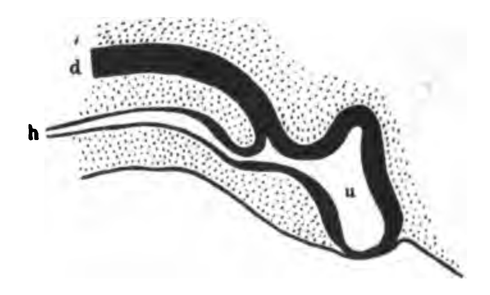
Die homologe Anlage eines Embryos der Ringelnatter

(Tropidonotus natrix) zeigt dagegen ein ganz anderes Bild (Fig. 5). Hier ist von einem Proktalhöcker nichts zu sehen. Das birnförmige Urodäum (u) endet an einer ganz unbedeutend gewölbten Stelle der Bauchwand und wird später an derselben im Plagiotrema durchbrechen. Die dorsal gerichtete Aussackung ist die Anlage der Urogenitaltasche.



Idealer Medianschnitt durch den embryonalen Rumpf vom Kiebitz (Vanellus cristatus $11^1/_2$ mm Kopflänge). Vergr. 33 : 1. *a* Allantois, *b* Bursa Fabricii, *c* Leibeshöhle, *d* Enddarm, *n* Nabel, *ol* orale, *cl* kaudale Hälfte d. Proktalhöckers, *p* Proktodäum, *u* Urodäum.

Fig. 4.



Idealer Medianschnitt durch den embryonalen Rumpf einer Ringelnatter (Tropidonotus natrix) Vergr. 33 : 1. *d* Enddarm, *h* Allantois, *u* Urodäum.

Fig. 5.

III. Der Enddarm der Säuger.

Während die Darmkammern der Sauropsiden zwei hintereinander liegende Räume darstellen, erfährt das Urodäum der Säuger eine Teilung in ungleich große Abschnitte: Pars analis und Canalis urogenitalis. Ferner werden statt des einfachen Plagiotrema bezw. Proktotrema zwei getrennte Ausgangsöffnungen der urodäalen Teilstücke: der Kotafter, Anus, und die Harngeschlechtspforte, Orificium urogenitale, sowie der

Damm, Perineum, zwischen beiden geschaffen. Diese anatomischen Eigenschaften bedeuten unzweifelhaft einen schroffen Gegensatz zur Formensprache der Sauropsiden, dessen Schärfe zunimmt, je genauer man die Einzelheiten studiert. Man kann sogar zweifeln, ob man den Ausdruck „Urodäum" zur kurzen Bezeichnung des letzten Darmabschnittes (ug, up) gebrauchen darf, welcher, wie Figur 6 lehrt, an dem zylindrischen Enddarme (d) hängt, den Urachus (u) gegen den Nabel (n) entsendet und die Mündung der Harngeschlechtsgänge (Wolffscher Gang (w),



Idealer Medianschnitt durch den Rumpf eines Meerschweinchenembryos (Cavia cobaya) von 22 Tagen 12 Stdn. Vergr. 33 : 1. *a* Analrohr, *C* Leibeshöhle, *d* Rektum, *L* Urallippe, *n* Nabel, *t* Mesoderm zwischen Enddarm u. Urodäum, *u* Urachus, *ug—up* Canalis urogenitalis, *up* Uralplatte, *w* Endstück des Wolffschen Ganges.

Fig. 6.

Müllerscher Gang, Ureter) aufnimmt; denn dieses Urodäum (ug, up) liegt ventral unter dem Enddarm (d) (nur seine kaudale Ecke (a) steht mit letzterem in Verbindung) und zeichnet sich durch die Neigung aus, sich zu einem zylindrischen Kanale zu entwickeln. Außerdem schickt es einen ventralen Ausläufer (up), eine bilateral komprimierte epitheliale Doppellamelle,

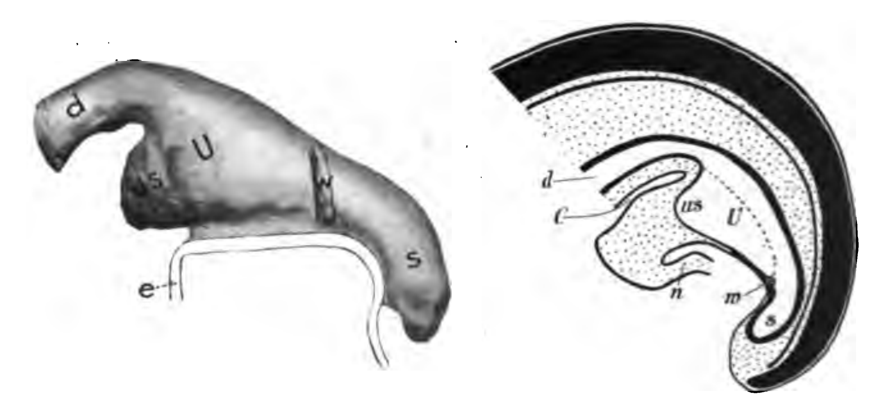


Fig. 7.

Linke Profilansicht des Urodäums eines Meerschweinchenembryos (Cavia cobaya) von 18 Tagen. Vergr. 50 : 1.

Fig. 8.

Idealer Medianschnitt durch den Rumpf eines Meerschweinchenembryos (Cavia cobaya) von 18 Tagen. Vergr. 33 : 1. *C* Leibeshöhle, *d* Darm, *e* Ektoderm, *n* Nabel, *s* Schwanzdarm, *us*—*U* Urodäum, *w* Mündung des Wolffschen Ganges.

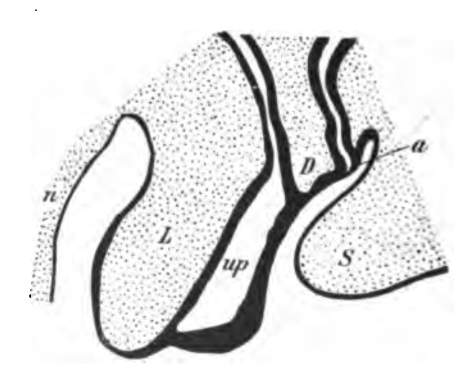


Fig. 9.

Idealer Medianschnitt durch die Urallippe eines Embryos von Cavia cobaya (26 Tage alt). Vergr. 33 : 1. *a* Analrohr, *D* Damm, *L* Urallippe, *n* Nabel, *S* Schwanz, *up* Uralplatte.

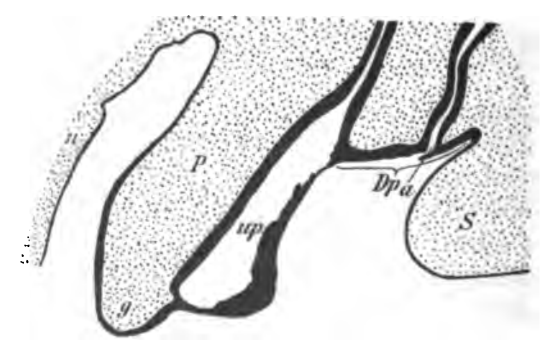


Fig. 10.

Idealer Medianschnitt durch Phallus u. Afterdammplateau eines Embryos von Cavia cobaya (28 Tage alt). Vergr. 33 : 1. *a* Analrohr, zerrissen, *Dp* Dammplateau, *g* Gipfel des Phallus *(P)*, *n* Nabel, *up* Uralplatte.

die Uralplatte, in einen Vorsprung (L) der ventralen Rumpfwand zwischen Nabel und Schwanzwurzel, welchen ich die Urallippe (= Genitalhöcker der Autoren) genannt habe.

Nur in der allerfrühesten Anlage ist das Urodäum eine blasig aufgetriebene Endkammer des Darmes (Fig. 7, 8) und gibt uns das Recht, es mit der primitiven Form des Enddarmes bei Sauriern zu homologisieren. Aber durch eine komplizierte, bisher wenig bekannte Metamorphose, welche mein Schüler H. Dimpfl eingehend beschrieben hat, geht es in die durch Figur 6 belegte Phase über. Damit sind die Bedingungen für die Teilung gegeben. Das Urodäum hängt durch einen kurzen, von mir „Analrohr" genannten Dorsalfortsatz (Fig. 6, a), der dicht am Ektoderm hinzieht, mit dem Enddarme (d) zusammen. Bald wird das Analrohr vom Urodäum abgetrennt (Fig. 9) und bildet das blind geschlossene Endstück (a) des Enddarmes. Durch Zerreißen seiner distalen Wand (Fig. 10, a) entsteht eine stilistisch neue Öffnung: der Kotafter. Die proximale Wand stellt die Anlage der Pars analis recti vor. Später erweitert sich der anstoßende Teil des Enddarmes zur Pars ampullaris recti, welche dem Koprodäum der Saurophiden homolog ist. Das selbständig gewordene Urodäum gewinnt ungefähr um die Zeit der Afterbildung gleichfalls eine eigene Ausgangspforte, Orificium urogenitale, an der kaudalen Ecke seiner als „Uralplatte" (Fig. 6, 9, 10 up) erscheinenden Mündungszone.

IV. Der Stilkontrast in der Darmentwicklung.

Die von mir beobachteten Tatsachen bestätigen den an anderen Zügen der äußeren Erscheinung und des anatomischen Baues längst abgelesenen, systematischen Gegensatz der drei Amniotenklassen und veranlassen mich, drei Formenkreise in der Differenzierung des Enddarms zu unterscheiden: den Saurierstil, den Ornithenstil und den Mammarstil. Wer den theoretischen Wert der drei Stilarten ermessen will, hat sich vor dem häufig begangenen Fehler einseitiger Beurteilung zu hüten. In dem Bestreben, die genetische Verwandtschaft der Amnioten zu eruieren, vergleicht nämlich mancher bloß eine bestimmte Phase aus der Lebensgeschichte eines Organes — sei es nun ein embryonaler oder der fertige Zustand — und betont die dabei

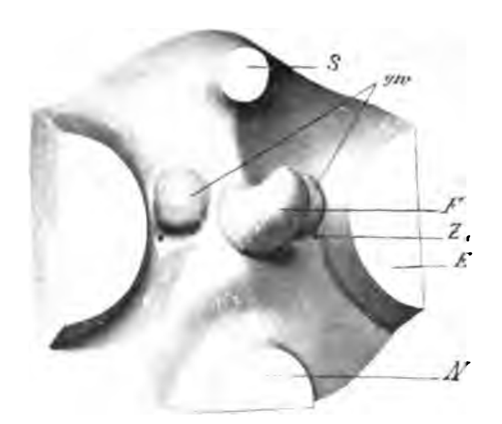


Fig. 11.
Flächenansicht des Phallus und der Genitalwülste von einem Schafembryo 2,4 cm Schstl. Vergr. 8 : 1.

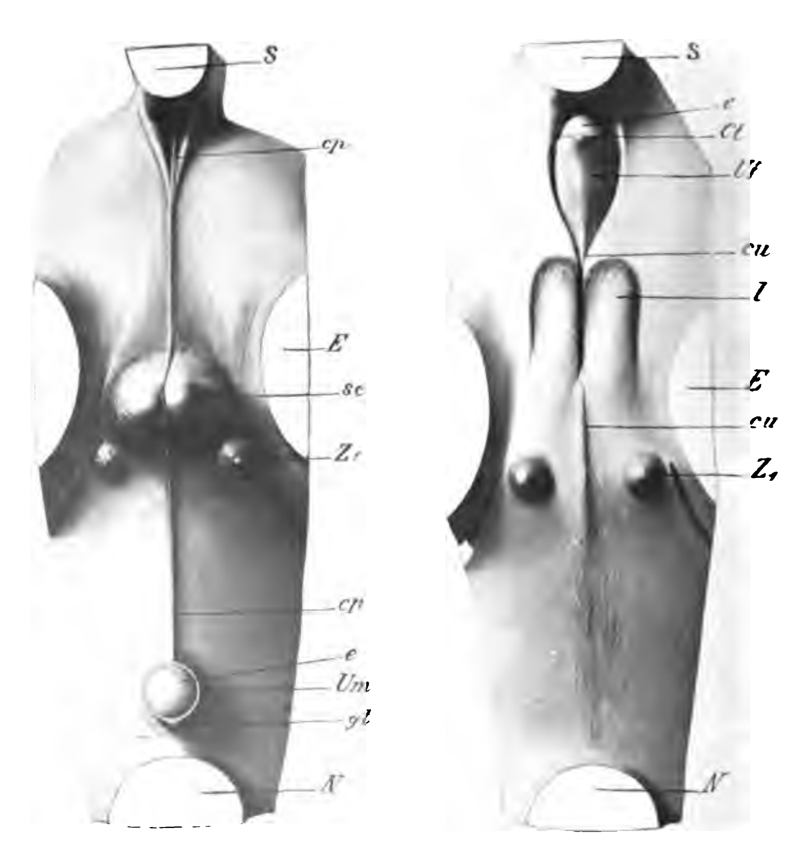


Fig. 12. Fig. 13.
Flächenansicht der Nabel-Schwanzregion eines männlichen Schafembryos 10 cm Schstl. (Fig. 12) und eines weiblichen Schafembryos 10 cm Schstl. (Fig. 13.) Vergr. 3 : 1.

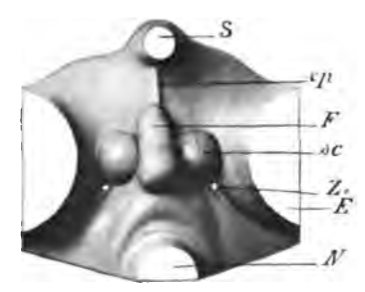


Fig. 14.

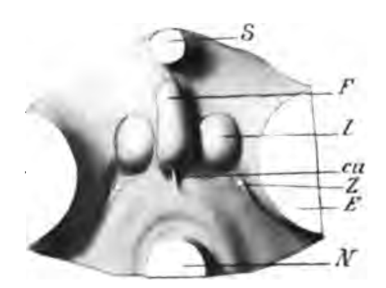


Fig. 15.

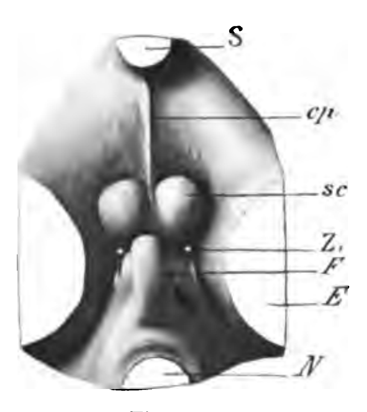


Fig. 16.

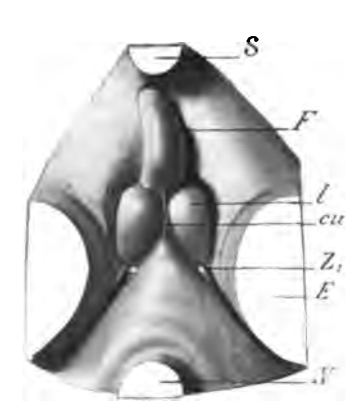
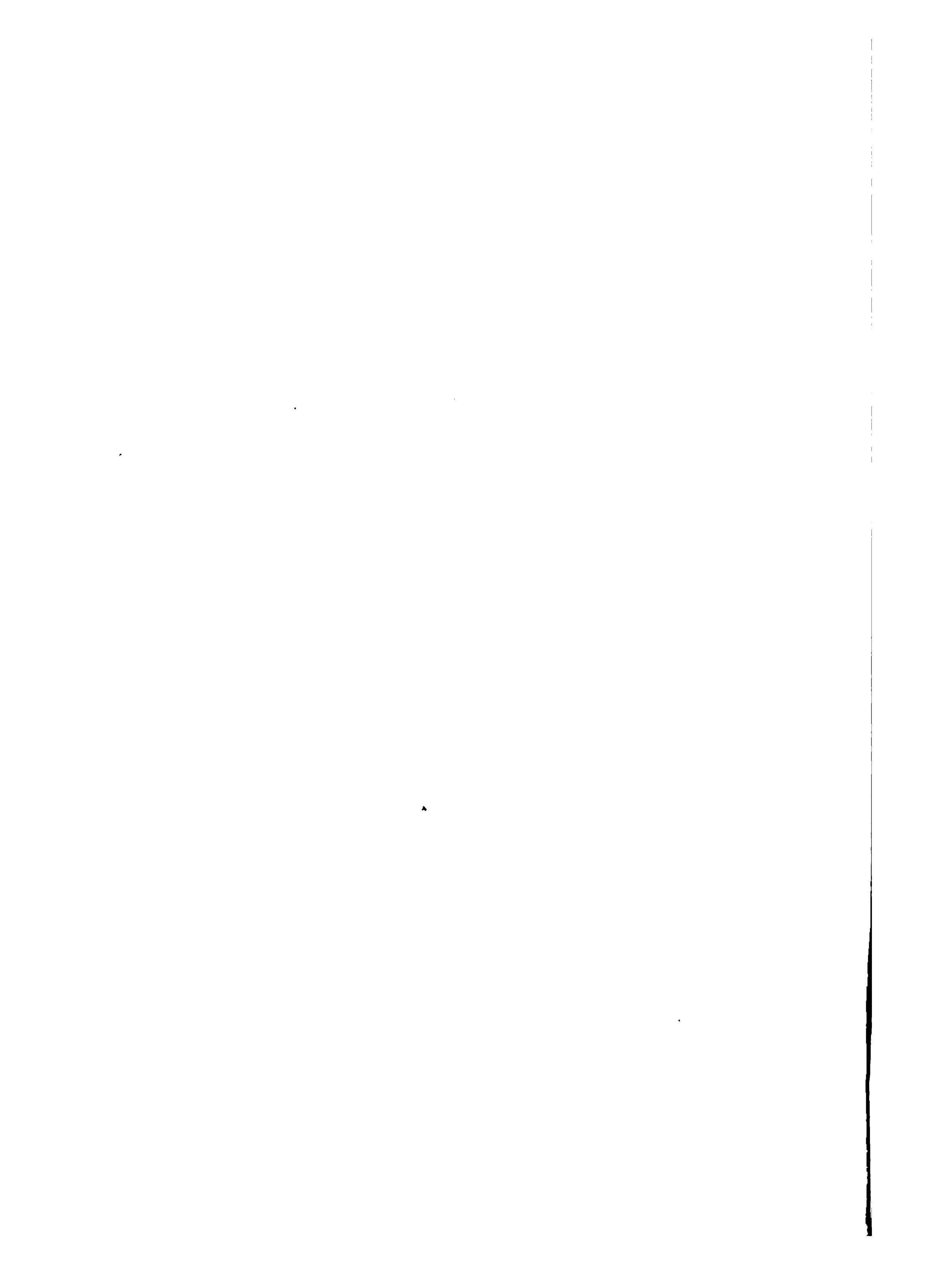


Fig. 17.

Flächenansicht der Nabel-Schwanzregion von Schafembryonen 4 cm und 6,5 cm Schstl. Vergr. 3 : 1.

Fig. 14. Modell eines männlichen Embryos 4 cm. Fig. 15. Modell eines weiblichen Embryos 4 cm. Fig. 16. Modell eines männlichen Embryos 6,5 cm. Fig. 17. Modell eines weiblichen Embryos 6,5 cm.

Fig. 11—17. *Ct* **Höcker des Clitorium,** *cp* **Crista perinealis,** *cu* **Crista umbilicalis,** *E* **Extremität,** *e* **Phallusgipfel,** *F* **Phallus,** *Gt* **Höcker des Glandarium,** *gw* **Genitalwulst,** *l* **Labialwulst,** *N* **Nabel,** *s* **Schwanz,** *sc* **Skrotalhöcker,** *Um* **Posthon,** *Uf* **Vulva,** Z_1 **Zitze.**



tremas. Sie werden später (auf eine durch Beobachtung noch nicht aufgehellte Weise) in zwei unter der Schwanzhaut verborgene Schläuche umgewandelt, welche zum Begattungsakte vorgestülpt und durch einen kräftigen Retraktor wieder in die Ruhelage gebracht werden. Ich nenne sie Diphallus, um die Sonderart des Saurierstiles durch einen kurzen Terminus zu kennzeichnen.

Den Vögeln genügt im allgemeinen das einfache Aneinanderpressen der Proktalhöcker zur Übertragung des Spermas; bloß den Straußen und Enten sind Begattungsorgane eigen. Das männliche Glied der Ente entsteht unpaar aus der vorderen Hälfte des Proktalhöckers und zwar aus dem kegelförmigen Gipfelabschnitte (Fig. 2, p), bis zu welchem die Mündungsplatte der Urodäumanlage reicht. Als weitere Besonderheit kommt eine blindsackartige Einstülpung (Fig. 2, b) des Gipfels und eine spiralig gewundene Oberflächenfurche hinzu. Am Ende des Embryonallebens wird das Begattungsglied vom Proktalhöcker überwachsen, so daß es im Proktodäum versteckt liegt. Der Komplex dieser Merkmale unterscheidet sich durchaus von demjenigen der Saurier, er besitzt also den Wert eines besonderen Stilbegriffes, der Epiphallus der Ornithen heißen mag.

Eine andere Plastik tritt uns bei den Säugetieren entgegen; sie überrascht durch die ausgiebige Metamorphose, welche die anfangs sehr einfache Anlage während der Embryonalzeit erfährt. Zwischen Nabel und Schwanzwurzel ganz kleiner Embryonen erhebt sich der kegelförmige Vorsprung der Urallippe (Fig. 9, L). Sobald das Analrohr vom Urodäum abgetrennt ist, zerfällt sie (Fig. 10) in das Dammplateau (Dp) und den konischen Fortsatz (P), welchen ich Phallus (= Genitalhöcker) genannt habe. Dieser Höcker (Fig. 11, F) stellt samt den zwei kleinen Vorsprüngen (gw) der Dammgegend, den Genitalwülsten, zu seiner rechten und linken Seite die erste Skizze der künftigen äußeren Geschlechtsorgane vor.

Da seine Form noch in keiner Hinsicht der definitiven Gestalt entspricht, muß sie einer tiefgreifenden Veränderung unterworfen werden. Diese zeigt wieder ein verschiedenes Gesicht, je nachdem man männliche oder weibliche Embryonen untersucht. Am meisten springt in die Augen, daß der Abstand des

Phallus vom Kotafter, oder mit anderen Worten: die Dammlänge für beide Geschlechter ungleich bemessen wird. Bei Weibchen ist sie unbedeutend, bei Männchen viel größer. Ich demonstriere das Verhalten an Schafembryonen (Tafel I, Fig. 12, 13), weil hier die Kontraste sehr scharf sind. Bei 10 cm Scheitel-Steißlänge steht der männliche Phallus (Um) dicht hinter dem Nabel (Fig. 12), der weibliche Phallus (Uf) dagegen so nahe am After (Fig. 13), daß er dessen Anblick verdeckt. Die Modelle von Schafembryonen mit 4 cm und 6 cm Scheitel-Steißlänge (Fig. 14 bis 17) zeigen, wie sich der sexuelle Dimorphismus der Phalluslage durch ungleiches Wachstum der perinealen bezw. umbilikalen Zone der Leibeswand allmählich herausgestaltet.

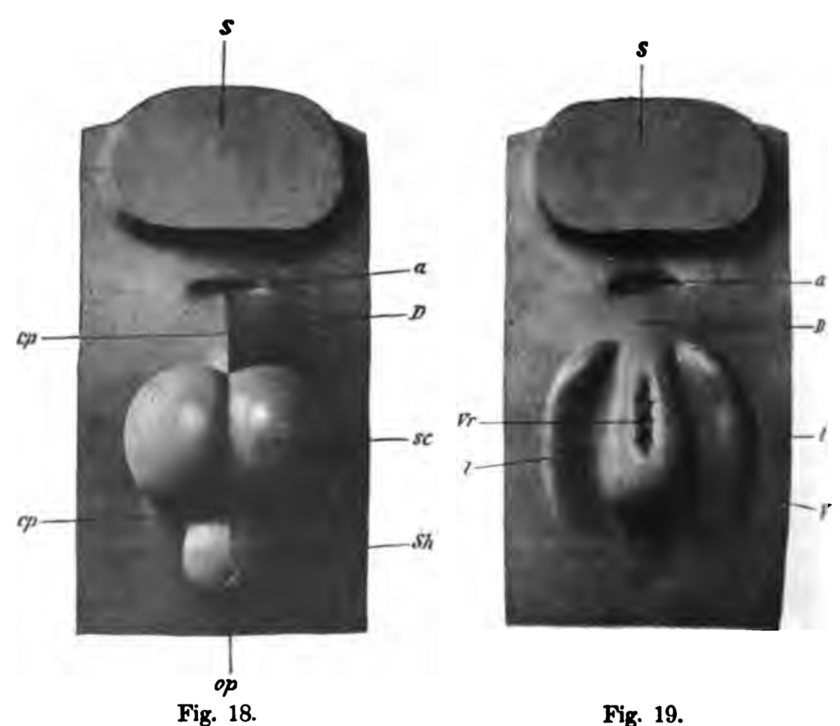


Fig. 18.
Modell der äußeren Genitalien einer erwachsenen männl Hauskatze. Vergr. 1 : 1.

Fig. 19.
Modell der äußeren Genitalien einer erwachsenen weibl. Hauskatze. Vergr. 1 : 1.

a Kotafter, *cp* Dammgrat, *D* Damm, *l* Labialwülste, *op* Ostium praeputiale, *S* Schwanz, *sc* Hodensack, *Sh* Posthon glandifer, *V* Vulva, *Vr* Urogenitalspalte.

Obwohl die Dammlänge bei den meisten Säugern keine so extreme Ausdehnung erreicht wie gerade bei Schafen und anderen

Huftieren, ist doch der Phallusabstand vom Schwanze bei Männchen stets etwas größer als bei Weibchen. Ich belege das durch Modelle der äußeren Genitalien der Hauskatze (Fig. 18, 19).

In direkter Abhängigkeit von der Lage des Phallus erfährt das Urodäum wichtige Formveränderungen. Nachdem das Analrohr abgetrennt ist, differenziert sich das Urodäum als kanal-

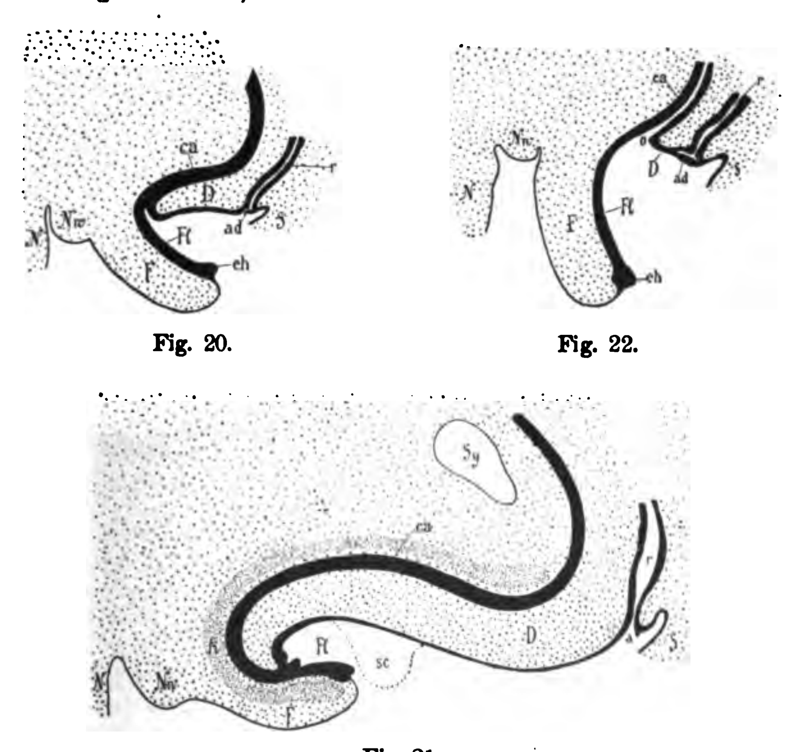


Fig. 20. Fig. 22.

Fig. 21.

Fig. 20—22. Ideale Längsschnitte durch Phallus und Damm von Schafembryonen. Fig. 20 ♂ Embryo 3,2 cm, Fig. 21 ♂ Embryo 5,3 cm, Fig. 22 ♀ Embryo 3,2 cm Schstl. Vergr. 10 : 1. *ad* Analrohr, *a* After, *ca* Canal. urogen., *D* Damm, *eh* Epithelhörnchen, *F* Phallus, *Fl* Uralplatte, *fi* Corp. fibros., *N* Nabel, *o* Orific. urogen., *r* Rektum, *Sy* Symphyse, *s* Schwanz, *sc* Skrotalhöcker.

artiges Gebilde (Canalis urogenitalis) mit einem unter dem Rektum liegenden Abschnitte, der am Trigonum Lieutaudii sich zur Harnblase erweitert und einem etwa rechtwinkelig dazu abgebogenen Dammschenkel (ca), welcher unter der Dammfläche gegen den Phallus (F) zieht und an der epithelialen Uralplatte (Fl) (= Phallusleiste) endet (Fig. 20, 22).

Länge und Lichtung des Dammschenkels ist sexuell dimorph. Entsprechend dem größeren Abstande des Phallus vom After bilden männliche Embryonen einen langen Dammschenkel (ca) (Pars cavernosa urethrae) des Urogenitalkanales (Fig. 21, 36) mit engen Lumen aus — meist noch länger als die äußere Dammstrecke, weil er niemals parallel dem Damm, sondern mehr oder weniger gebogen verläuft. Bei Weibchen dagegen ist der Dammschenkel (Fig. 23, 39) ebenso unbedeutend wie die Entfernung des Phallus vom After.

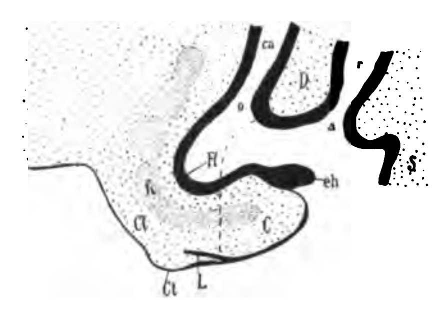


Fig. 23.

Idealer Längsschnitt durch Phallus und Damm eines weiblichen Schafembryos 9 cm Schstl. Vergr. 10 : 1. *a* After, *C* Clitoris, *Cl* Clitorium, *Ct* Tuber Clitorii, *ca* Canal. urogen., *D* Damm, *eh* Epithelhörnchen, *Fl* Uralplatte, *fi* Corp. fibros., *L* Clitorislamelle, *o* Orific. urogen., *r* Rektum, *s* Schwanz.

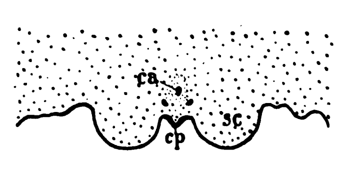


Fig. 24.

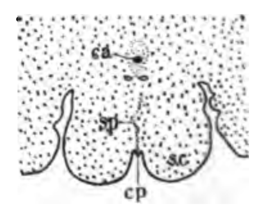


Fig. 25.

Die Genitalwülste folgen gleichfalls einer sexuell dimorphen Plastik. Sie entfalten sich bei Männchen zu bedeutender Größe (sc) und vorzüglich nach der Medianebene, daß die zwischen beiden Anlagen eingeschlossene, interskrotale Dammstrecke (cp) unscheinbar zurücktritt (Fig. 24—26). Bei Weibchen bleiben sie flach und werden meist durch den Phallus gehindert, sich median auszubreiten.

Wie die bisher geschilderten Stilmerkmale ist auch die Formmetamorphose des Phallus selbst der Plastik der Sauropsiden schroff entgegengesetzt. Bisher fehlte das rechte Verständnis

dafür, weil man die Entwicklung der menschlichen Geschlechtsorgane zu einseitig verfolgt und die Zustände bei den übrigen Säugern zu wenig beachtet hatte. Als ich nun versuchte, durch Studien an Schafen, Schweinen, Katzen, Maulwürfen und Meerschweinchen eine generelle Stilanalyse der Phallusentwicklung durchzuführen, erkannte ich, daß die Terminologie der menschlichen Anatomie ein weiteres Hindernis des Fortschrittes sei; denn sowohl der unpraktische Ausdruck „Penis" als die engherzige Definition des Begriffes „Eichel" bereiten dem vergleichend stilistischen Denken große Schwierigkeiten. Sie lassen sich nur beseitigen, wenn man mit den traditionellen Namen bricht. Ich habe deshalb vorgeschlagen, das Endresultat der Phallus-

Fig. 24—26. Querschnitte durch die Hodensackanlage von Schafembryonen. Fig. 24 von 4 cm, Fig. 25 von 5,5 cm, Fig. 26 von 7,7 cm Schstl. Vergr. 10 : 1. *ca* Canalis urogenitalis, *cp* interskrotaler Damm, *sc* Skrotalhöcker, *sp* Skrotalseptum.

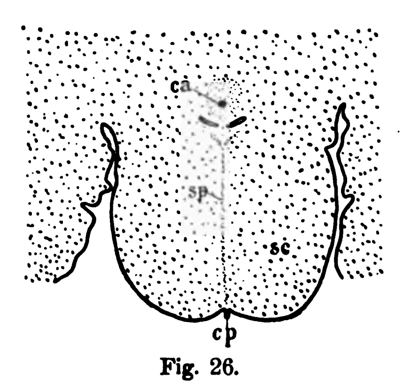


Fig. 26.

metamorphose „männlichen Schamhügel oder Posthon" (Fig. 12, 18) bezw. „weiblichen Wurfhügel oder Vulva" (Fig. 13, 19) zu nennen, um kurze Termini für den eigentümlichen sexuell dimorphen Phallusstil der Säuger zu gewinnen.

In der Bildungsgeschichte des männlichen Schamhügels kommt die wichtigste Rolle der hufeisenartig gekrümmten Glandarlamelle (L), einer ektodermalen Epithelmauer, zu, welche etwas oberhalb des Gipfels in die Phallusmasse einwuchert (Fig. 27—30) und, indem ihre kaudalen Ränder längs einer wirklichen Raphe verlöten (Fig. 31—33), den Phallusgipfel samt einem zentralen Mesodermkern um den Urogenitalkanal als Eichelanlage (G) von einer peripheren Hülle, dem Glandarium (Gl) scheidet (Fig. 27—30). Das Mündungsstück des Urogenitalkanales an der Eichel, dessen Anlage von meinen Schülern als Uralplatte (Fl) bezw. Phallusleiste beschrieben wurde, erfährt

Fig. 27. Fig. 28.

Fig. 29. Fig. 30.

Fig. 27—30. Vier Stadien aus der Metamorphose des Phallus zum Posthon glandifer bei Schafembryonen. Vergr. 12 : 1. Fig. 27 Embryo 6 cm, Fig. 28 Embryo 9,2 cm, Fig. 29 Embryo 10 cm, Fig. 30 Embryo 14 cm.

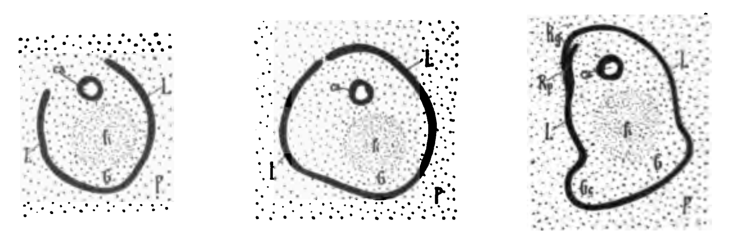


Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33.

Fig. 31—33. Querschnitte der Eichelanlage im Posthon eines männlichen Schafembryos 15,5 cm Schstl. Vergr. 18 : 1.

Fig. 27—33. *ca* Canalis urogenitalis, *D* Damm, *eh* Epithelhörnchen, *Fl* Uralplatte, *fi* Corpus fibrosum, *G* Eichel, *Gl* Glandarium, *Gt* Höcker des Glandarium, *L* Glandarlamelle, *P* Posthon, *Ph* Präputialhöhle, *kg* Raphe glandis, *kp* Raphe praeputii, *r* Enddarm, *s* Schwanz.

dabei bedeutende Veränderungen, bis es zur Epithelwand der Urogenitalpforte (Orificium urogenitale) umgeformt ist. Doch will ich heute das verwickelte Detail dieses Vorganges sowie die vielen strittigen Punkte übergehen.

Die Eichelspitze schaut nur kurze Zeit frei über die Bauchwand, weil sie bald von dem mächtig verdickten Glandarium umhüllt wird (Fig. 29, 30). Wenn endlich die Spaltung der

Idealer Medianschnitt durch die Urogenitalgegend eines männlichen Embryos von Cavia cobaya (33 Tage alt). Vergr. 17 : 1. *A* Kotafter, *Cu* Urogenitalkanal, *D* Damm, *gl* Glandarlamelle, *P* Phallus, *S* Schwanz, *uo* Urogenitalöffnung.

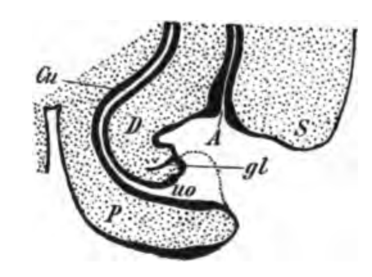


Fig. 34.

Idealer Medianschnitt durch Posthon u. Damm eines männlichen Embryos von Cavia cobaya (37 Tage alt). Vergr. 17 : 1. *A* Kotafter, *cf* Schwellkörper, *Cu* Urogenitalkanal, *Ga* Glandarium, *gl* Glandarlamelle, *gs* Eichel, *n* Nabel, *S* Schwanz, *uo* Urogenitalöffnung.

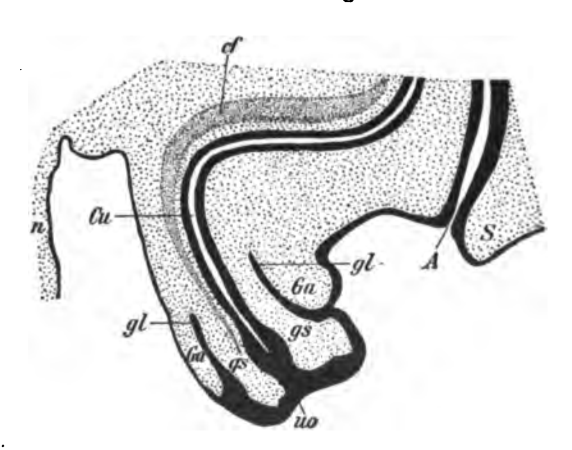
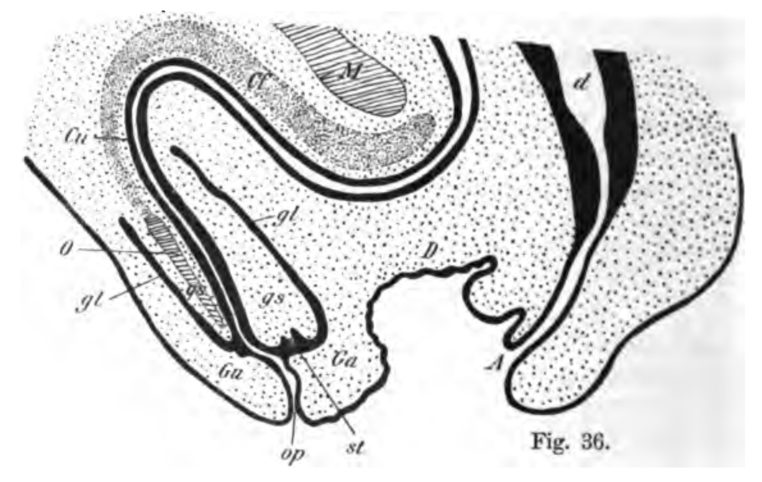


Fig. 35.

Glandarlamelle erfolgt, ist die Präputialhöhle innerhalb des hügelförmigen Glandariums geschaffen, der vom Eichelepithel überdeckte Mesodermkern der Eichel noch sinnenfälliger von seiner peripheren Hülle, dem Glandarium bezw. Präputium, geschieden und damit das für den Mammarstil so außerordentlich charakteristische Endprodukt der Phallusmetamorphose, der männliche Schamhügel oder Posthon glandifer (Fig. 30), fertiggestellt.

Posthon nebst Glandarlamelle werden verschieden entfaltet. In einigen Fällen (Schaf, Schwein) flacht er fast zur Unkenntlichkeit ab (Posthon humilis), und die Glandarlamelle wächst enorm in die Länge, um einen langen Vorhautschlauch zu erzeugen. In anderen Fällen erhebt er sich zapfenförmig, und die Glandarlamelle bezw. die Präputialhöhle bleibt kurz; Posthon grandis (Katze), Posthon pendulus (Affen, Mensch), Posthon medius (Meerschweinchen (Fig. 36), Maulwurf).



Idealer Medianschnitt durch Posthon und Damm eines männlichen Embryos von Cavia cobaya 8 cm Schstl. Vergr. 9 : 1. *A* Kotafter, *Cf* Schwellkörper, *Cu* Urogenitalkanal, *D* Damm, *d* Enddarm, *gl* Glandarlamelle, *gs* Eichel, *Ga* Glandarium, *M* Becken, *O* Eichelknochen, *op* Orificium praeputiale, *st* Hornstachel.

Das männliche Begattungsglied ist für die Dauer der geschlechtlichen Ruhe im Posthon glandifer verborgen, bei der Begattung dagegen nimmt die ganze Anlage die Erektionsform an. Man muß die beiden periodisch wechselnden Zustände, besonders auch die verschiedene Lage der morphologischen Elemente des Posthon eingehend bedenken, um den Stilcharakter der Säuger wirklich zu begreifen. Während die ruhende Eichel innerhalb des Posthon vom Vorhautschlauch gleich einer zylindrischen Scheide umfaßt ist, wird sie für die Begattung über die auf dem Gipfel des Posthon befindliche Öffnung (Ostium praeputiale) herausgeschoben, um die eigentliche Spitze des Posthon zu bilden, mag letzterer hoch oder niedrig sein.

Wenn die Erektionsstellung der Eichel herbeigeführt wird, stülpt sich der ruhende Vorhautschlauch in die gerade entgegengesetzte Form um, so daß er nicht mehr innerhalb, sondern außerhalb des Ostium praeputiale liegt und eine mehr oder weniger ansehnliche Verlängerung der Eichel bildet. Die Präputialwand dient also dazu, die Länge der Eichel während der Erektion auf das Doppelte oder mehr (Huftiere) zu steigern. Man kann das Verhältnis auch anders beschreiben und sagen: Während der geschlechtlichen Ruhe ist das Begattungsglied der Säuger in zwei, einander umfassende Stücke zerlegt. Das innere Stück, die Eichel im engen Sinne ist ein solider konischer Körper, das äußere Stück dagegen hat die Form einer zylindrischen Ringtasche und ist über das innere Stück herüber-

Idealer Längsschnitt durch Vulva und Damm eines weiblichen Schafembryos 14 cm Schstl. Vergr. 10 : 1. *a* After, *C* Clitoris, *Cl* Clitorium, *Cp* Process. clitor., *Ct* Tuber clitor., *ca* Canal. urogen., *D* Damm, *fi* Corp. fibros., *L* Clitorislamelle, *o* Orific. urogen., *r* Rektum, *s* Schwanz.



Fig. 37.

gezogen. Inneres und äußeres Stück verhalten sich etwa wie die beiden Teile eines einfachen Taschenfernrohres, das zusammengeschoben bequem in der Tasche getragen und erst zum Gebrauche auseinander gezogen wird.

Um das Begattungsglied aus der Ruheform in die Erektionsform zu bringen, ist ein besonderer Apparat, nämlich der Schwellkörper, Corpus fibrosum (Fig. 21, fi), notwendig, welcher den Dammschenkel des Urogenitalkanales umfaßt und wie eine Sprungfeder wirkt, indem er, durch Blutfüllung gestreckt, die Eichel über das Ostium praeputiale hinausdrängt sowie die Vorhaut umstülpt. Die ergiebige Ausdehnungsfähigkeit des Schwellkörpers leuchtet in vielen Fällen aus dem mehr oder weniger gekrümmten Verlauf des urogenitalen Dammschenkels (S-förmige Krümmung bei

Huftieren) und dem Vorkommen besonderer Rückziehmuskeln hervor.

Die Plastik **weiblicher** Embryonen entfernt sich frühzeitig vom männlichen Formenstil durch das weite Lumen des Urogenitalkanales, die Kürze seines Dammschenkels, die Bildung einer langgestreckten Urogenitalspalte an der analen Ecke der



Fig. 38.

Idealer Medianschnitt durch Phallus und Damm eines weiblichen Embryos von Cavia cobaya 2,6 cm Schstl. Vergr. 17 : 1. *A* After, *Cu* Canalis urogenitalis, *D* Damm, *d* Enddarm, *n* Nabel, *P* Phallus, *S* Schwanz, *uo* Orificium urogenitale.

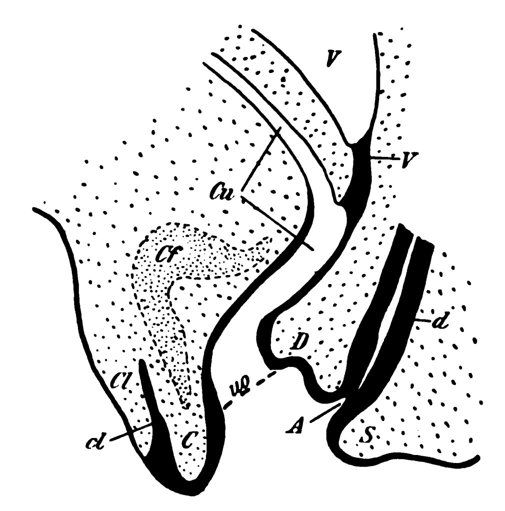


Fig. 39.

Idealer Medianschnitt durch die Vulva und Damm eines weiblichen Embryos von Cavia cobaya (39 Tage alt). Vergr. 18 : 1. *A* After, *C* Clitoris, *Cf* Corpus fibrosum, *Cl* Clitorium, *cl* Clitorislamelle, *Cu* Canalis urogenitalis, *D* Damm, *d* Enddarm, *S* Schwanz, *uo* Orificium urogenitale, *V* Vagina.

Uralplatte und durch den kurzen Damm (Fig. 22, 23). Das sexuelle Schicksal des Phallus wird von diesen Momenten sehr stark beeinflußt; denn obwohl homolog der Glandarlamelle eine ektodermale Clitorislamelle in die Phallusmasse einwuchert und einen kaudalen Bezirk derselben samt dem Phallusgipfel von der peripheren Hülle, dem Clitorium scheidet, ermangelt sie der

Kraft, das längliche Orificium urogenitale bezw. das Mündungsstück des Canalis urogenitalis gleich einer zylindrischen Scheide zu umfassen (Fig. 37, 40). Ihre klaffenden Seitenränder verwachsen niemals zur kaudalen Raphe. Durch Spaltung der Clitorislamelle wird zwar eine der Praputialhöhle vergleichbare Nische geschaffen, allein die darin geborgene Clitoris entspricht nur der oralen Hälfte der Glans und klebt als unscheinbares Körperchen an der oralen Wand des sagittal komprimierten Urogenitalkanales. Das Clitorium überwuchert endlich die Clitoris und



Fig. 40.
Idealer Medianschnitt durch Vulva und Damm eines weiblichen Embryos von Cavia cobaya (44 Tage alt). Vergr. 18 : 1.

erhebt sich auch seitlich von der Urogenitalpforte, so daß die Metamorphose des weiblichen Phallus einen langgestreckten niedrigen Wurfhügel, Vulva mit der schmalen Schamspalte, Rima pudendi erzeugt. Da der Dammschenkel des Urogenitalkanales sehr kurz bleibt, ist auch das Corpus fibrosum unbedeutend, jedoch oft in Windungen gelegt (Fig. 37, 40).

VI. Der Stilkontrast der Phallusentwicklung.

Wenn wir jetzt die amnioten Begattungsorgane vergleichend beurteilen, so ist eine allgemeine Ähnlichkeit insofern anzuerkennen, als für die Erreichung der Erektionsform jedesmal

eine Umstülpung erforderlich ist, jedoch durchaus verschieden erscheinen mir die morphologischen Elemente, welche umgestülpt werden.

Sehr einfach verläuft der Vorgang am **paarigen** Diphallus der Schlangen und Eidechsen, dessen schlauchartige Ruheform (dp) bei der Erektion in die umgekehrte Gestalt eines fingerartigen Körperanhanges (dp_1) verwandelt wird (Fig. 41).

Der **unpaare** Epiphallus der Ente (Fig. 42) besitzt wohl

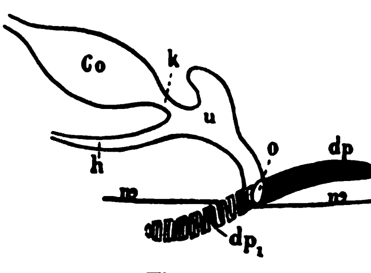


Fig. 41.

Schematischer Längsschnitt durch die Uralgegend eines Sauriers. *Co* Koprodäum, *dp* Diphallus in der Ruhelage, dp_1 Diphallus in der Erektionsstellung, *h* Harnblase, *k* Kotrohr, *o* Öffnung des Diphallusschlauches, *u* Urodäum, *w* Bauchwand. (Plagiotrema nicht eingezeichnet.)

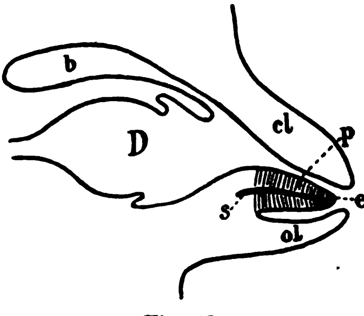
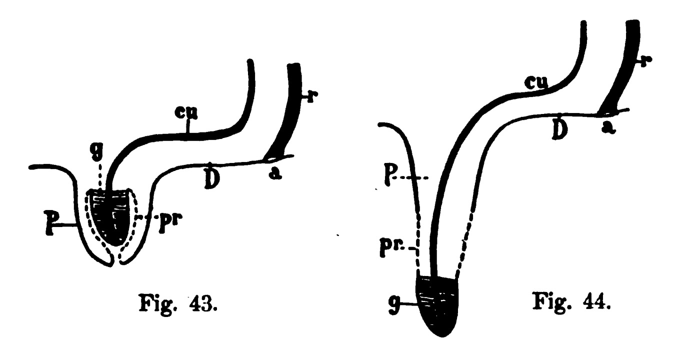


Fig. 42.

Schematischer Längsschnitt durch die Uroproktalgegend der Ente. *b* Bursa Fabricii, *D* Diplodäum, *e* Epiphallus, *ol*, *cl* orale und kaudale Hälfte des Proktalhöckers, *p* Proktodäum, *s* Blindschlauch des Epiphallus.

auch einen schlauchartigen Teil, nämlich den Blindschlauch (s) des Gipfels, der bei der Begattung in die umgekehrte Form eines konischen Gipfelfortsatzes übergeführt wird. Allein der Blindschlauch ist hier ein Bestandteil des soliden Epiphallus (e), welcher aus dem oralen Bezirke (ol) des Proktalhöckers (ol, cl) und der soliden Uralplatte des Urodäums als ein solides, mit einem Schwellkörper versehenes Gebilde entsteht und zum Zwecke der Erektion sehr stark gestreckt wird. Außerdem liegt der Epiphallus im Proktodäum (p) und ventral von der Uralpforte versteckt.

Das ruhende Begattungsglied (Fig. 43) der Säuger ist in drei Teilen zusammengeschoben, den äußerlich sichtbaren (freilich verschieden großen) Posthon glandifer (P) und die beiden darin verborgenen Stücke: Eichel (G) + Vorhautschlauch (pr). In der Erektionsform sind die drei Abschnitte hintereinander gelagert, so daß ein langer unpaarer Fortsatz der Bauchwand resultiert (Fig. 44). Hier liegt aber der in der geschlechtlichen Ruhe schlauchartig gestaltete Abschnitt gerade in der Mitte zwischen den beiden soliden Teilen, da die solide Eichel (G) den Gipfel, der solide Posthon (P) die Basis und der umgestülpte Vorhautschlauch (Pr) das Mittelstück bildet. Dazu kommt als



Schematische Längsschnitte durch Posthon und Damm eines Säugetieres. Fig. 43: Ruheform, Fig. 44: Erektionsform des Posthon. *a* Kotafter, *cu* Urogenitalkanal, *D* Damm, *g* Eichel, *P* Posthon, *pr* Vorhaut, *r* Enddarm.

weiteres, originelles Moment der Charakter des Posthon als eines selbständigen Vorsprunges der Dammgegend und seine topographische Entfremdung vom Kotafter.

Das sind nach meinem Urteile drei durchaus differente Formgedanken der Phallusanatomie, welche man nicht auseinander ableiten kann, besonders wenn man noch an die kontrastierenden Beziehungen des Phallus zum Urodäum denkt!

VII. Allgemeine Schlufsfolgerung.

Die eben geschilderten Vorgänge bekräftigen das oben gefundene allgemeine Resultat. Sowohl in der Bildungsgeschichte des Enddarmes als in der Entwicklung der Begattungsorgane

herrschen die Formgesetze des Saurier-, Ornithen- und Mammarstiles. Mag man den fertigen oder den in der Ausbildung begriffenen Zustand betrachten, der scharfe Stilgegensatz der drei Amniotengruppen ist jedem Auge offenbar. Wenn wir den gesamten Entwicklungsgang vom Zeitpunkte der ersten deutlichen Anlage des Phallus bis zur Vollendung des Zustandes, welcher die aktive Geschlechtstätigkeit ermöglicht, zusammenfassend nachdenken und alle morphogenetischen Merkmale zu einem anschaulichen und inhaltsreichen Stilbegriffe vereinigen, wird die Schärfe des Kontrastes noch deutlicher; denn die Begattungsorgane gewähren nicht einmal in der allerfrühesten Anlage eine allgemeine Ähnlichkeit. Sie sind vielmehr schon in ihrem primitiven Stadium gewaltig verschieden. Bloß die Eigenschaft kommt ihnen gemeinsam zu, daß sie als Fortsätze der Bauchwand in der Nähe der Uralpforte entstehen; aber ihre Lage und Beschaffenheit, noch mehr das weitere Formschicksal sind in jeder Gruppe total verschieden. Man darf sie daher gar nicht mit demselben Terminus nennen, sondern muß ihre plastische Selbständigkeit durch den Ausdruck: „Diphallus, Epiphallus, Posthon“ bezw. Vulva anerkennen.

Da manchem die Einführung der neuen Namen überflüssig scheinen wird, will ich kurz erklären, warum ich dieselben gebildet habe. Die allgemeine Neigung unserer Sprache, die Organe des Tierkörpers nach ihrer Tätigkeit zu bezeichnen, hat alle Differenzierungen in der Aftergegend der Amnioten „Begattungsglied,“ „Penis“ oder „Phallus“ nennen lassen, weil sie bestimmt sind, den männlichen Samen zu übertragen. Obwohl nun die Namen vornehmlich die physiologische Ähnlichkeit der Gebilde ausdrücken, sind wir doch geneigt, aus dem gleichen Wortzeichen nicht bloß die Gleichartigkeit der Funktion, sondern auch eine weitgehende anatomische Übereinstimmung abzuleiten. Gerade im Gegensatze dazu hat meine morphogenetische Analyse gezeigt, daß der physiologische Effekt durch inhomologe, d. h. morphologisch ganz verschieden konstruierte Anhänge erreicht wird, daß neben der funktionellen Identität ein gewaltiger morphologischer Kontrast besteht, ausgesprochen in vielen embryologischen und dauernden Merkmalen, deren Gesamtheit erst den besonderen Stiltypus ausmacht. Das wollte ich durch die neuen Termini ausdrücken.

Ein richtiges Urteil wird also bloß nach eingehender Stilanalyse d. h. nach dem Bekanntwerden mit dem ganzen Komplexe der Merkmale gewonnen. Nicht oberflächliche Betonung der Ähnlichkeiten und Vernachlässigung der Unterschiede, wozu die phylogenetische Denkweise so stark verleitet, sondern die Bildung von anschaulichen und inhaltsreichen, d. h. eine sehr große Zahl von genetischen Formmerkmalen umfassenden Stilbegriffen kann den wissenschaftlichen Fortschritt über das Wahngebilde der Deszendenz ermöglichen. Mit ein paar allgemeinen Schlagworten kommt man hier nicht weiter; es wird ausdauernde und nachdenkliche Arbeit gefordert, um solche Stilbegriffe zu produzieren. Wenn andere Organe in ähnlicher Weise Bearbeitung finden, wird man immer mehr begreifen, daß die Ausbildung der einzelnen Körperteile bei den Amnioten verschiedenen Stilgesetzen folgt. Ich belege meine Behauptung durch die heute übersichtlich vorgeführten Tatsachen. Die Embryonalgeschichte des Urodäums und der Kopulationsauswüchse zeitigt in jeder Stilklasse ganz bestimmte Formkomplexe oder charakteristische Kombinationen von spezifischer Gestaltung, welche als eigenartige morphologische Größen nebeneinander stehen und jeglicher Rangordnung spotten, so daß man weder von höher noch von tiefer stehenden Einrichtungen, sondern bloß von andersartiger Differenzierung sprechen darf. Es gibt keine denkbare Möglichkeit, die Formgebiete des Mammar-, Ornithen-, Saurierstiles als Variationen einer gemeinsamen Urform zu betrachten, weil der unterscheidenden Merkmale zu viele sind, und weil dieselben in jeder Stilklasse ganz originelle, plastische und topographische Erfindungen darstellen.

Wenn trotzdem einer seiner phylogenetischen Neigung die Zügel schießen läßt, um über die Beschaffenheit der Kloake und der Kopulationsanhänge bei früheren Vorfahren zu spekulieren, so muß er annehmen, es habe eine Zeit gegeben, da die Ahnen der Säuger, der Vögel etc. anstatt der heute während der Embryonalzeit einander folgenden Formeigenschaften andere und einfachere besaßen. Aber sobald ich genaueren Aufschluß verlange, wird er verstummen, da er nicht imstande ist, sich selbst eine anschauliche Vorstellung von dem Aussehen eines „Prourodäum“ oder eines „Prophallus“ zu bilden. Gerade die Nichtanschaulichkeit der

Organisation hypothetischer Vorfahren hat mich zu einem Gegner der Modetheorie gemacht, und meine Opposition hat sich im Laufe meiner Spezialstudien nur verschärft. Die Behauptung, der Enddarm habe früher andere Formen besessen als heutzutage, ermangelt nach meinem Urteile jedes Erklärungswertes; sie macht mir den gegenwärtigen Stilcharakter des Urodäums u. s. w. nicht klar. Letzteren zu ergründen reicht unsere Beobachtungsgabe und das Untersuchungsmaterial aus, jedoch über Formen eines Organs in grauer Vergangenheit, welche niemand sehen kann, vermag der exakte Forscher nicht zu reden. Wir finden jetzt nur recht verschiedene Beispiele der Darm- und Phallusdifferenzierung bei den Amnioten. Der schroffe Stilkontrast derselben berechtigt uns nicht zu der Annahme, daß früher eine größere Ähnlichkeit bestanden habe.

Dem individuellen Geschmack bleibt es freilich unbenommen, für sich die Ähnlichkeit in seiner Phantasie auszumalen; dann arbeitet aber nicht der Naturforscher, sondern ein Naturphilosoph, der subjektiven Meinungen nachhängt, ohne daß er die Macht hätte, andere zu zwingen, seine Ansicht anzunehmen, während ich in der sicheren Lage bin, Sie alle zur Anerkennung meiner Darstellung zu veranlassen, weil ich die tatsächlichen Präparate vorlege und Ihnen sage: Sehen Sie die Objekte an, Sie können daran nichts Anderes ablesen, als ich gesehen habe.

VIII. Über die Homologie der sexuellen Differenzierung.

Während der langjährigen Studien über das Heranwachsen der äußeren Genitalien habe ich erkannt, daß bisher die Ähnlichkeit in der Entwicklung zwischen männlichen und weiblichen Individuen weit überschätzt wurde; die sexuelle Modellierung des Phallus und des Dammes bedeutet im Widerspruche zur landläufigen Ansicht eine Steigerung von Inhomologieen. Schon die Anfangsform des Phallus trägt unerwartet wenig homologe Zeichen, nämlich die Uralplatte, den Dammschenkel des Canalis urogenitalis, und später die ektodermale Glandar- bezw. Clitorislamelle. Die sexuelle Metamorphose geht von hier auf divergenten Bahnen nach physiologisch und morphologisch entgegengesetzen Polen, wie die folgende Tabelle übersichtlich zeigt.

Männliche Embryonen.	Weibliche Embryonen.
Glandarlamelle zylindrisch mit kaudaler Raphe.	Clitorislamelle, halbrinnenförmig, kaudal klaffend.
Glandarlamelle scheidet die zentrale Eichel vom peripheren Glandarium.	Clitorislamelle scheidet die Clitoris halbseitig vom Clitorium.
Durch Spaltung der Glandarlamelle entsteht die Präputialhöhle mit kreisförmigem Querschnitte.	Durch Spaltung der Clitorislamelle entsteht die Clitorisnische mit halbkreisförmigem Querschnitte.
Die Eichel umfaßt das Endstück des Canalis urogenitalis.	Die Clitoris liegt der oralen Wand des Canalis urogenitalis an.
Orificium urogenitale rund und enge an der Eichelspitze.	Orificium urogenitale länglich, sehr erweiterungsfähig.
Männlicher Schamhügel, Posthon glandifer, mit Eichel und Vorhauttasche.	Weiblicher Wurfhügel, Vulva, mit Clitoris und sagittaler Schamspalte.
Dammschenkel (Pars cavernosa) des Canalis urogenitalis lang und eng.	Dammschenkel des Canalis urogenitalis weit und kurz.
Corpus fibrosum lang und wenig gekrümmt.	Corpus fibrosum kurz, oft vielfach gewunden.

Es findet also während der Embryonalentwicklung zu Mann und Weib wirklich eine Verstärkung von morphologischen Gegensätzen statt. Die in der frühen embryonalen Phase, nach Abtrennung des Analrohres und Afterdammplateaus vorhandene Übereinstimmung des Phallus weicht allmählich größeren, sexuell dimorphen Kontrasten, und das endgültige Resultat verbietet fast von Ähnlichkeit zu sprechen. Wenn man die entgegengesetzte Leistung beider Geschlechter bedenkt, läßt sich einigermaßen begreifen, warum Bruder und Schwester desselben Wurfes eine so verschiedene Plastik durchlaufen; denn die Struktur des männlichen und weiblichen Schamhügels steht in enger morphologischer wie physiologischer Korrelation, da bei der Begattung der weibliche Teil die Röhre bildet, in welcher das männliche Glied gleich einem Spritzenstempel bewegt wird. Aber die Reinheit der kopulatorischen Wechselbeziehung ist

dadurch getrübt, daß am weiblichen Urogenitalkanal und Wurfhügel außerdem der Geburtsakt mit seinen mechanischen Anforderungen abläuft. Daraus läßt sich das Klaffen der Clitorislamelle und die Erweiterungsfähigkeit des Canalis urogenitalis leicht verstehen, Eigenschaften, welche für den Begattungsakt nicht unbedingt erforderlich wären. Ihre morphogenetischen Anzeigen klingen schon in sehr früher Embryonalzeit an und lassen die manchmal ausgesprochene Vermutung, daß ein zwitteriges Stadium den Ausgangspunkt der Entwicklung bilde, hinfällig erscheinen.

In unserer Gesellschaft ist die eben erörtete Frage schon einmal, und zwar gerade vor einem Jahrhundert, behandelt worden[1]. Am 2. Juli 1808 las nämlich das Ehrenmitglied der Sozietät Joh. Christian Rosenmüller[2], Professor der Anatomie und Chirurgie zu Leipzig, einen Aufsatz über die „Analogie der männlichen und weiblichen Geschlechtsteile“ vor, um auf etliche von ihm zuerst bemerkte übereinstimmende Eigenschaften derselben hinzuweisen und zur weiteren Untersuchung dieses dunkeln Gegenstandes zu veranlassen. Entwicklungsgeschichtliche Forschungen hat Rosenmüller freilich nicht angestellt, seine Gedanken gründen sich bloß auf die Untersuchung der Hypospadiaei oder der „Subjekte mit gespaltener, vielmehr verkürzter Harnröhre“, weil „die Betrachtung abnormer Gebilde uns nicht selten zur Erkenntnis des Weges leite, den die Natur bei ihren gesetzmäßigen Wirkungen einschlägt.“ Wenn Ackermanns[3] Ansicht, daß die Geschlechtsteile in der frühesten Periode der Entwicklung weder männlich noch weiblich sind, richtig sei, müsse „eine große Ähnlichkeit oder Übereinstimmung zwischen den Teilen stattfinden, die das männliche oder weibliche Geschlecht bezeichnen.“ Rosenmüller zählte folgende Belege seines Schlusses auf:

1. Beim Embryo sei die weibliche Rute von der männlichen der Größe nach kaum unterschieden; es gebe Beispiele genug, wo ausgezeichnete Dürftigkeit der männlichen Rute und

---

[1]) Abhandl. d. phys. med. Sozietät Erlangen I. Bd. S. 47—51. 1810.

[2]) Geboren als Sohn eines Pfarrers zu Heßberg bei Hildburghausen, studierte 1792—1794 in Erlangen Medizin und entdeckte damals die nach ihm benannte Höhle bei Muggendorf in der fränkischen Schweiz.

[3]) J. F. Ackermann, Infantis androgyni historia et ichnographia. Jenae 1805.

bedeutende Größe der weiblichen Rute den Unterschied der Größe völlig aufheben.

2. Bedeutender sei der Unterschied der Form, weil die weibliche Rute nur an ihrem oberen Umfange von der Vorhaut bedeckt und nicht wie beim männlichen Geschlechte an der Eichel durchbohrt ist. Allein auch dieser Unterschied werde bei den Hypospadiaeis nach dem verschiedenen Grade der Mißbildung beinahe ganz aufgehoben. Bei einem geringeren Grade der Mißgestaltung sei die Eichel nicht durchbohrt, sondern die Mündung der verkürzten Harnröhre hinter und unter der Eichel sichtbar. Bei dem mittleren Grade der Mißbildung sei die Mündung der noch mehr verkürzten Harnröhre an der Wurzel der Rute sichtbar. Im Extreme erstrecke sich die Spaltung der verkürzten Harnröhre bis zum Hodensack, der beinahe bis an den Damm geteilt ist. „Man hat Fälle gesehen, wo jede von den durch eine Spalte getrennten Abteilungen des Hodensackes ihren Hoden enthielt. Es sind aber auch Fälle bekannt, wo die in der Bauchhöhle zurückgebliebenen Hoden die beiden, durch eine Spalte getrennten Abteilungen des Hodensackes leer ließen, und wo in der Tiefe dieser Spalte die Mündung der Harnröhre verborgen war, wo also die größte Ähnlichkeit mit den weiblichen äußeren Geschlechtsteilen stattfand."

3. Die Scheide gleiche der männlichen Harnröhre; er bemerkt besonders die Übereinstimmung der Muskeln: „wie der Constrictor cunni die Scheide umgibt, so umgibt der M. bulbocavernosus die männliche Harnröhre."

4. „Die Prostata habe völlig die Form und auch beinahe die Festigkeit wie der Uterus. So wie dem Uterus die Tubae Fallopii anhängen, so stehen auf ähnliche Weise die Samenbläschen mit der Prostata in Verbindung; so wie durch das Lig. ovarii die Ovaria mit dem Uterus in Verbindung seien, so seien auf ähnliche Weise die Hoden durch das weit längere Vas deferens mit der Prostata verbunden.

5. Die Ähnlichkeit der Hoden mit den Ovarien erkannten schon die Alten, wenn sie die Ovarien Testes muliebres nannten. Er vermutet, daß das Ovarium eine noch nicht genug erkannte, dem Hoden ähnliche Struktur habe.

Diese Art zu vergleichen wird bei manchem Lächeln und

das Gefühl, wie herrlich weit wir es gebracht, erwecken. Ich habe aber auf die Stelle in den ältesten Akten unserer Gesellschaft nicht zu diesem Zwecke aufmerksam gemacht. Meine Absicht war vielmehr, die Selbstkritik anzuspornen, indem ich an einem weit zurückliegenden Beispiele zeigte, zu welchen Fehlern das übertriebene Suchen nach Ähnlichkeit und Übereinstimmung führen kann. Gegen diese Krankheit ist die moderne Zeit noch nicht gefeit. Mir will es sogar scheinen, als hielten es, verführt durch die Leitsätze der Deszendenztheorie, sehr viele Gelehrte für die vorwiegende Pflicht, die Ähnlichkeiten hervorzukehren und gegenüber den zugleich bestehenden Unterschieden eine Vogelstraußpolitik zu treiben, während doch die gerechte Abwägung der nebeneinander vorkommenden, homologen und inhomologen Charaktere unser ideales Ziel sein muß.

Eine sehr gute Kritik des von Rosenmüller und manchem neueren Forscher begangenen Fehlers ist übrigens von einem unbekannten Verfasser in der Hallischen Literaturzeitung 1811[1]) ausgesprochen worden. Dort heißt es: „Ein nüchterner Physiologe wird der zu weit getriebenen Analogie im Baue und der Funktion der weiblichen Geschlechtsteile mit den männlichen nicht Beifall geben. Wem fällt nicht dabei unwillkürlich die Anatomie des Gehirnes ein, welche sich vormals in ähnlichen Analogien gefiel und jetzt verspottet wird. Hat die Clitoris weiter einige Ähnlichkeit mit der männlichen Rute, als daß sie länglich und vorn etwas kulbicht ist, wie diese? Wo ist die innere, funktionelle Ähnlichkeit beider?"

J. F. Meckel[2]), Professor der Anatomie, Zoologie und Physiologie in Halle, fühlte sich durch diese Bemerkung getroffen und erwiderte, die Ähnlichkeit zwischen den männlichen und weiblichen Geschlechtsteilen sei wahrlich von der Art, daß man in keiner übermäßig nach Analogien haschenden Zeit zu leben brauche, um sie aufzufinden. Die Aufstellung von Analogien sei als eines der interessantesten Geschäfte des

1) Hallische Literaturzeitung 1811, Nr. 333, S. 754 in der Rezension des Jörgschen Handbuches der Krankheiten des menschlichen Weibes.

2) Beiträge zur vergleichenden Anatomie II. Bd., 2. Heft, S. 166—170. Leipzig 1812.

Anatomen und Physiologen anzusehen. Durch sie allein erhöben sich beide Disziplinen über trockene Nomenklatur, leere Gedächtnislast, mechanische Erklärungsweisen, bloß teleologische Ansichten. Nur die Vergleichung sei der Weg, zu Bildungsgesetzen zu gelangen. Wer aber unbefangen erwägt, was Meckel mit dem einleuchtenden theoretischen Satze geleistet hat, und wie viel unmögliche Vergleiche er gezogen hat, wird einsehen, daß nicht das Suchen von Ähnlichkeiten um jeden Preis, sondern der besonnene Vergleich, d. h. die unparteiische Berücksichtigung der gemeinsamen wie der unterscheidenden Formmerkmale oder, wie ich sage, die stilistische Würdigung des Tierkörpers die wissenschaftliche Einsicht fördert. Diese Maxime war der Leitstern meiner Untersuchungen!

Inhaltsverzeichnis der im morphologischen Jahrbuche erschienenen Studien über Phallus und Kloake der Amnioten.

Über die Untersuchung der Lungen mit Röntgenstrahlen.

Von F. Jamin.

Aus der medizinischen Klinik der Universität Erlangen.

Nach ihrer anatomischen Beschaffenheit und nach ihrer Lage im menschlichen Körper erscheinen die Lungen als ein sehr günstiges Objekt für die Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen und für die Röntgenographie. Ihr Luftgehalt und der zarte Bau der Lungenbläschen verleiht diesen Organen eine große Durchlässigkeit auch für weichere, auf dem Durchleuchtungsschirm wie auf der photographischen Platte sehr wirksame Röntgenstrahlen, die eine scharfe Schattenzeichnung der in den Lungen enthaltenen festeren Bestandteile und eine exakte Abgrenzung der Lungen gegen die dichteren Nachbarorgane ermöglicht. Nur zum kleinen Teile werden die als Durchleuchtungsbilder der Lungen erscheinenden hellen Felder durch die Schatten des knöchernen Thoraxgerüstes verdeckt. Die äußere Bedeckung der Brust mit Weichteilen ist selten so mächtig, daß von ihr die brauchbaren mittelweichen Röntgenstrahlen absorbiert werden. Wenn auch zuweilen starke Fettentwicklung und mächtige Muskulatur zur Verwendung härterer Röhren, d. h. stark durchdringender, für die Schattenzeichnung und Unterscheidung der geringeren Dichtigkeitsdifferenzen weniger geeigneter Röntgenstrahlen nötigen, so dürfte es doch bei guter Technik kaum vorkommen, daß eine Darstellung des lufthaltigen Lungengewebes im Röntgenbilde durch diese Faktoren ganz vereitelt wird.

Auch mit Röntgeninstrumentarien, die nicht die höchste durch die moderne Technik gebotene Vollkommenheit erreichen, auch bei nur mangelhafter Kenntnis der Bedingungen für eine sorgfältige Ausnützung der empfindlichen Röntgenröhren ist es

möglich, mit Hilfe des Durchleuchtungsschirmes Einblick in die Tiefe des Lungengewebes zu gewinnen, auf der photographischen Platte nicht nur eine grobe Schattengebung, sondern eine fein detaillierte Zeichnung der Lungen und der gegebenenfalls in diesen auch fern von der Brustkorboberfläche gelegenen Verdichtungen zu erhalten. Darum haben schon frühzeitig die Untersucher dem Röntgenbilde der Lungen ihre Aufmerksamkeit zugewendet, so bald nur die Verwendung der Röntgenstrahlen Eingang in die ärztliche Diagnostik gefunden hatte. Wenn daher auch jetzt noch die Röntgendiagnostik der Lungenkrankheiten hinter den sonstigen physikalischen Untersuchungsmethoden zurücksteht, ja vielleicht von manchen Seiten noch für überflüssig oder doch nur für ein kleines Gebiet verwendbar gehalten wird, so kann dies nicht nur an den unter Umständen der Beschaffung eines großen und teuren Instrumentariums entgegenstehenden Hindernissen liegen. Die Schwierigkeiten liegen vielmehr in der Ungleichmäßigkeit der Untersuchungsmethode und in der darin begründeten Unsicherheit in der Deutung der mit ihr gewonnenen Befunde, Schwierigkeiten und Mängel, die in gleicher Weise der Röntgenoskopie wie der Röntgenographie zukommen, und die es begreiflich machen, daß nur ein geübter und mit der Technik der Röntgenuntersuchung in allen ihren Feinheiten mit Einschluß der photographischen Technik vertrauter Untersucher bis zu einem gewissen Grade in der Röntgenuntersuchung eine wirklich wertvolle und auch zuverlässige Unterstützung der übrigen Untersuchungsmethoden genießen kann.

Gewiß erfordern auch die Methoden der Messung, der Perkussion und der Auskultation u. a. Übung und Gewandtheit. Immerhin wird sich jeder Untersucher in seine Technik so weit einarbeiten können, daß er bei Anwendung jener Methoden — ohne dem Instrumentarium peinliche Aufmerksamkeit zuwenden zu müssen — aus einer Änderung des Untersuchungsbefundes auch ohne Bedenken auf eine Änderung in dem Zustand der untersuchten Organe wird schließen können. Dies kann in gleichem Maße von der Röntgenuntersuchung nicht gelten. Aus einer Röntgenographie der Lungen kann man keine zuverlässigen Schlüsse auf die Beschaffenheit der dargestellten Organe ziehen, wenn man nicht vorher weiß, aus welcher Ent-

fernung, bei welchem Härtegrad der Röhre, in welcher Durchleuchtungsrichtung bezw. bei welcher Röhrenstellung die betreffende Aufnahme gemacht worden ist. Bei einiger Übung, wie sie regelmäßiger Vergleich der selbst gemachten Aufnahmen mit der angewandten Technik gibt, wird man für die erwähnten Fragen mit annähernder Gewißheit auch aus der Betrachtung des fertigen Bildes die Antwort finden können. Immer aber muß mit der Kritik des Befundes auch eine Kritik der ihm zugrunde liegenden Methode einhergehen. Die Größe der Lungenfelder im Röntgenbilde variiert erheblich, entsprechend der zentralen Projektion der Röntgenstrahlen, je nachdem bei der Aufnahme, angenommen, daß die bildauffangende Fläche ihren Platz nicht ändert, die Röhre in größerer oder geringerer Entfernung vom Brustkorb sich befindet. Steht sie nicht ziemlich genau in der Medianebene des Körpers, so können beträchtliche Verzeichnungen entstehen. Je mehr sich der Härtegrad der Röhre von dem nach unserer Erfahrung bei 7—8 Einheiten nach Wehnelt liegenden Optimum für die Lungendurchstrahlung bei Erwachsenen entfernt, desto dunkler, verdichteter werden die Lungen erscheinen, wenn die Röhre zu weich war, desto heller, geblähter werden sie herauskommen, wenn sie zu hart war. Dazu kommt noch, daß von den härteren Röhren nicht nur durchdringendere Strahlen ausgehen, die kleine Dichtigkeitsdifferenzen nicht mehr als Schatten verzeichnen, sondern daß die harten Röhren auch die Zerstreuung der Strahlen durch Erzeugung von Sekundärstrahlen am Glase der Röhre und im Körper des Untersuchten begünstigen, so daß in der Tiefe liegende Verdichtungen überhaupt nicht mehr zur Darstellung gelangen können. Die Röntgenstrahlen erweisen dann noch mehr, als es ohnehin schon bei den zur Durchleuchtung des Thorax nötigen Härtegraden der Fall ist, ihre „Vergeßlichkeit“, indem sie nur die der auffangenden Fläche nächstgelegenen Gebilde einigermaßen gut darstellen, die schirmfernen dagegen vernachlässigen. So ist es leicht möglich, von einer tuberkulös in mäßigem Grade infiltrierten Lunge einmal mit einer relativ weichen Röhre eine deutliche Zeichnung der Krankheitsherde zu erzielen, und dann mit einer harten Röhre ein Röntgenogramm des Thorax zu geben, das wohl noch ein Bild der Lungenfelder enthält, in dem aber die tuberkulösen

Herde vollkommen verschwunden zu sein scheinen. Auch der Kenner wird nicht immer ohne weiteres diese wichtigen Unterschiede erkennen können, zumal die photographische Technik die Mängel der Aufnahme bis zu einem gewissen Grade zu verdecken vermag. Die Nachteile der Verwendung harter Röhren können in hohem Grade durch die Verwendung von Blenden wieder behoben werden, aber nicht ganz, wenigstens nicht, soweit die Zerstreuung der Strahlen im Inneren des Körpers in Betracht kommt. Doch wird durch dieses vortreffliche und unentbehrliche Hilfsmittel die Technik weiter kompliziert, die Kritik des Bildes eher noch mehr erschwert. Kann man bei der Untersuchung die gegen die nachteiligen Einflüsse des Betriebes sehr widerstandsfähigen Wasserkühlröhren verwenden, die in der Zeit einer Durchleuchtung oder einer Aufnahme gar nicht oder nur wenig ihren Härtegrad verändern, so ist wohl die Möglichkeit gegeben, mit ganz bestimmten Untersuchungsmethoden zu arbeiten, die einzelnen Faktoren für das Zustandekommen des Bildes annähernd genau zu bezeichnen und danach den Befund zu beurteilen. Doch ist das eine umständliche Arbeit, bei der noch recht viele Fehlerquellen offen bleiben. In der Regel wird man darauf angewiesen sein, sowohl aus der Versuchsanordnung als auch aus dem Bilde selbst zu erschließen, welcher Art im gegebenen Augenblicke die Durchleuchtungsverhältnisse sind oder waren, und darunter wird bei zweifelhaften Befunden die Sicherheit leiden müssen in der Entscheidung, ob ein Abweichen vom Normalen bezw. vom Gewohnten mehr der Technik oder mehr den anatomischen Verhältnissen des Organs zuzuschreiben ist. Ein ganz sicheres Arbeiten wird in dieser Hinsicht auch demjenigen, dem nicht eine große und stets erneuerte Erfahrung hilft, erst möglich sein, wenn wir einmal in der Lage sein werden, mit Röhren zu arbeiten, die Strahlen einer ganz genau bestimmten und bestimmbaren Abstufung von Härtegraden konstant aussenden, wie sie für die diagnostische Verwendung der Röntgenstrahlen nicht weniger erwünscht sind als für deren therapeutische Verwertung.

Es wird aber niemandem mehr einfallen, dieser Mängel wegen die ganze Methode zu verwerfen und abzuwarten, bis die rührige Technik weitere Verbesserungen bringt. Dafür sind

die Erfahrungen der Röntgenologen schon zu weit vorgeschritten, auch in der Untersuchung der inneren Organe, im speziellen der Lungen, so weit, daß mit der Feststellung interessanter, dem Röntgenverfahren als besonderes Verdienst zuzurechnender Befunde, wie sie aus dem Gebiet der Mediastinalerkrankungen vorliegen, nicht mehr genug getan ist. Vielmehr müssen die Bestrebungen darauf ausgehen, in systematischer Weise das Röntgenverfahren derart auszubilden, daß es jedem ermöglicht ist, nach einem bestimmten Untersuchungsgang sich Vergleichswerte für die Betrachtung der Lungen mit Hilfe der Röntgenstrahlen in normalem Zustande und bei den wichtigsten krankhaften Veränderungen dieser Organe zu schaffen, ebenso wie es bei der Erlernung anderer physikalischer Untersuchungsmethoden geschieht. Nur durch ein einheitliches Verfahren und durch die Aufnahme des Lungenstatus nach einer bestimmten Methode, die für den Einzelnen von den Bedingungen seiner Hilfsmittel abhängig sein wird, die aber wenigstens für den Anfänger von einem einmal angenommenen und für alle Untersuchungen beizubehaltenden Schema nicht abweichen sollte, wird es möglich, die Mannigfaltigkeit der Variabilitäten des Verfahrens bis zu einem gewissen Grade einzuschränken und damit die diagnostischen Schlüsse großenteils vor den allein durch die Technik bedingten Irrtümern zu bewahren.

Will man sich zu diesem Zwecke einmal weniger mit dem beschäftigen, was überhaupt bei einer Durchstrahlung der Lungen unter normalen und pathologischen Verhältnissen erkennbar werden kann, sondern mehr mit der Frage, wie man an eine Röntgenuntersuchung der Lungen herantreten soll, so ist zunächst zu entscheiden, welchen Anteil an der Untersuchung die Röntgenographie, welchen die Röntgenoskopie zu nehmen hat, oder ob einem der beiden Verfahren vor dem anderen ganz der Vorzug gegeben werden soll. Bei guten Hilfsmitteln und deren geschickter Anwendung kann sowohl die Durchleuchtung wie das Plattenbild vorzügliche Aufklärung geben; jede Methode hat ihre besonderen Vorteile und ihre besonderen Schwierigkeiten, welch letztere oft nicht nur in der Technik, sondern vielfach auch in dem körperlichen und seelischen Verhalten des zu untersuchenden Kranken ihre Ursachen haben.

Die photographische Aufnahme kann unter Umständen Feinheiten der Struktur der Gewebe darstellen, die bei der Durchleuchtung nicht oder doch nur viel schwieriger zu erkennen sind. Dazu bietet die fertige Röntgenplatte für den Untersuchungsbefund ein Dokument, das an sich unabhängig ist von der Auffassungsfähigkeit des Untersuchers, von dessen Gedächtnis und subjektivem Urteil, und das bestehen bleibt als eine Grundlage für spätere Vergleichsuntersuchungen und zur Mitteilung des Befundes an andere. Freilich bedürfen gerade hier die Faktoren der zentralen Projektion, der Schattendeckung und der Röhrenhärte ganz besonderer Beachtung, und es wird oft vieler und wohlgelungener Aufnahmen, wie sie besonders die Röntgenographie im inspiratorischen Stillstand ermöglicht, bedürfen, bis der Befund in der erwünschten Klarheit und Eindeutigkeit vorliegt. Zeitaufwand und Kostenaufwand stehen leider oft einer allgemeinen Verwendung dieses Verfahrens entgegen, das zudem erfahrungsgemäß vielfach durch unzulängliche photographisch-technische Behandlung der belichteten Platten um seine Erfolge gebracht wird. Zweifellos ist eine wohlgelungene Röntgenographie, im inspiratorischen Stillstand aufgenommen, immer die beste Darstellung des Lungenbefundes in anatomischer Hinsicht, soferne wenigstens über die Projektionsverhältnisse genügende Notizen vorliegen. Viel weniger zuverlässig erscheint schon die Beurteilung von Bewegungsvorgängen am und im Thorax nach den Verschiebungen bestimmter Schattenkonturen. Hier muß ferner darauf hingewiesen werden, daß für die diagnostische Verwertung des Befundes das beste Bild gerade gut genug ist, und daß es keineswegs ausreicht und zur Gewinnung diagnostischer Erfahrungen förderlich sein kann, wenn man sich damit begnügt, von einer gewissen Anzahl lungenkranker Personen Thoraxaufnahmen in bestimmten Durchleuchtungsrichtungen zu machen und sie ohne weitere Kritik des auf den Platten erzielten Erfolges miteinander zu vergleichen. Daß gar die Kopien solcher in Bausch und Bogen gemachter Aufnahmen ganz ungeeignet sind zur Beurteilung des Lungenbefundes im Röntgenlichte, ist hinlänglich bekannt und von vielen Seiten schon mit Nachdruck betont worden.

Der Röntgendurchleuchtung mit Hilfe des Barium-

platincyanürschirmes entgehen in der Regel manche Details feinerer Lungenzeichnung und leichter Verdichtungen, die auf der Platte erkennbar sind. So sehr groß indes, als man nach manchen Mitteilungen meinen sollte, ist der Unterschied in dieser Hinsicht doch nicht, wenn man alle die Vorkehrungen trifft, die erfahrungsgemäß das Durchleuchtungsbild verbessern können. Dazu gehören seitens des Instrumentariums ausdauernde Röhren mittleren Härtegrades, die genau ihrer Leistungsfähigkeit entsprechend belastet sein müssen, enge Blenden, ein guter Durchleuchtungsschirm von möglichst feinem Korn und ein absolut dunkler Durchleuchtungsraum, in dem das Fluoreszenzlicht der Röhre völlig abgedeckt ist und kein Funkenlicht an den Leitungen oder an der Ventilröhre, kein lichtgebender Türspalt den Untersucher stören kann. Auch muß der Schirm so gehalten werden, daß er nicht mit einem über den zu durchleuchtenden Körper hinausstehenden Anteil selbst als Lichtspender wirken kann. Ebenso wichtig ist es, daß der Untersuchende seine Augen völlig dem umgebenden Dunkel adaptiert hat und sich damit in den Stand setzt, die feinsten Helligkeitsdifferenzen wahrzunehmen. Kommt man vom hellen Tageslicht in das Untersuchungszimmer, oder hat man eben noch im hellen Licht der Glühbirne die Einstellung an der Schalttafel bewerkstelligt, so währt es geraume Zeit, bis man das Optimum des für diese Beobachtungen in Betracht kommenden Dämmerlichtsehens erreicht hat. Darum soll man möglichst nur am Abend Durchleuchtungen vornehmen, soll bei den Vorbereitungen dazu jedes grelle Licht vermeiden und dazu noch vor jeder Durchleuchtung einige Minuten im völlig verdunkelten Raum verharren, ehe man die Röhre in Betrieb setzt oder durch einen gut postierten Assistenten einschalten läßt. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die peripherischen Netzhautpartien bei schwachem Licht in der Unterscheidung geringer Helligkeitsdifferenzen mehr leisten als die zentralen, daß wir auch in der Art der Verwendung unseres Sehorgans uns den besonderen Bedingungen der Versuchsanordnung anpassen müssen, wenn wir das Höchstmögliche erreichen wollen. Daher wird man nicht mit starr fixiertem Blick das Schirmbild betrachten, sondern wird mit bewegten Augen über dieses hinzuschweifen versuchen. Vorsichtige Übung vermag auch hierbei am besten

einer Überanstrengung und schädlicher, dazu noch unzweckmäßiger Übermüdung vorzubeugen.

Endlich wird man sich bei der Durchleuchtung so gut wie bei der photographischen Aufnahme den Vorteil einer aktiven Luftfüllung der Lungen durch tiefe, wenn nötig angehaltene Inspiration zunutze machen.

In jedem Falle hat die Durchleuchtung den großen Vorzug, daß sie uns gestattet, ganz nach Belieben und nach Erfordernis die Durchleuchtungsrichtung während der Untersuchung zu ändern, und daß sie uns die Bewegungsvorgänge des Brustkorbs und der die Lungen begrenzenden Organe verfolgen läßt. Mit einem Schlage eröffnet sie uns am Kranken selbst den Überblick über die Lungen in ganzer Ausdehnung und gibt uns die Möglichkeit, die Beziehungen etwa auffindbarer Veränderungen in ihnen zu den Nachbarorganen, zur Bedeckung, zu respiratorischen und pulsatorischen Bewegungsvorgängen durch Lokalisationsmanöver, durch Lagewechsel, durch Palpation u. a. m. sofort weiter zu verfolgen. Die Vorteile der Röntgenoskopie sind in dieser Hinsicht so mannigfache und so große, in vielen Punkten auch so unersetzliche, daß für eine vollständige diagnostischen Zwecken dienende Untersuchung der Lungen mit Röntgenstrahlen die Durchleuchtung als unerläßlich gelten muß. Sie muß zur Orientierung der Plattenaufnahme vorangehen, sie muß erst aufklären, ob und wie von der Röntgenuntersuchung eine wertvolle Ergänzung des sonstigen physikalischen Befundes zu erwarten ist, ja nicht selten wird sie auch in der Lage sein, der Perkussion und Auskultation weitere Anhaltspunkte zu bieten. Erst wenn die Durchleuchtung den allgemeinen Überblick gegeben und der Untersuchung die Richtungslinien gewiesen hat, wird in den meisten Fällen die Röntgenographie erfolgreich eingreifen können zur Aufhellung unklarer Einzelheiten und zur Festlegung wichtiger Befunde. Eine Ausnahme mögen solche Krankheitsfälle bilden, bei denen der klinische Befund von vorneherein so eindeutig und klar ist, daß die Röntgenmethode nur einer sinnfälligen Darlegung und einer schärferen Umgrenzung des Bildes dienen soll; hierfür wird ein gutes Plattenbild die besten Dienste leisten. Man würde die Röntgenmethode aber sehr unterschätzen, wenn man ihr nur eine derartige didaktische und eventuell für die

Prognosenstellung gewichtige Bedeutung beimessen würde. Die Tatsachen lehren, daß sie viel mehr auch zu diagnostischen Zwecken zu leisten vermag, oft schneller und einfacher als die übrigen Untersuchungsmethoden, oft erst eine Deutung, Zusammenfassung und Vertiefung des sonstigen physikalischen Untersuchungsergebnisses ermöglichend. Dazu aber reicht in der Regel das Schattenbild des ruhenden Brustkorbs nicht aus; dazu bedarf es der Ergänzung bezw. der Vorbereitung durch den unmittelbaren lebendigen Eindruck des Durchleuchtungsbildes auf dem Schirm. Es kommt uns nicht mehr allein darauf an, zu untersuchen, wie sich bei einer auf eine bestimmte diagnostische Richtung hinweisenden klinischen Kombination von Erscheinungen das Röntgenbild dem Rahmen einfügt, sondern die Röntgenmethode soll ihrer großen, durch die Erfahrung bestätigten Leistungsfähigkeit entsprechend als ein selbständiges Verfahren in den Gang der klinischen Untersuchung eingreifen, nicht nur bestätigend, sondern ausfüllend und aufklärend, unter Umständen wegweisend.

Ein Nachteil von nicht gering zu schätzender Bedeutung haftet aber dem Durchleuchtungsverfahren an und mag es mancherorts in Mißkredit gebracht haben.

Im Gegensatz zu der Aufnahme des Schattenbildes auf der lichtempfindlichen Platte ist das Ergebnis einer Durchleuchtung ganz abhängig von dem Urteil des Untersuchers. Es gilt dabei, in kurzer Zeit eine Fülle von Einzelheiten im Bilde aufzufassen und zu deuten. Die Rücksicht auf die schädlichen Wirkungen der Röntgenstrahlen verbietet eine zu lange Ausdehnung der Untersuchung und eine zu häufige Wiederholung derselben. Fesseln auffallende Erscheinungen im Röntgenbilde die Aufmerksamkeit des Untersuchers, so kann es leicht dazu kommen, daß andere ebenso wichtige Einzelheiten der Prüfung ganz entgehen, insbesondere kleine Veränderungen an den beweglichen Teilen. Übung und Erfahrung werden freilich lehren, daß ein methodisches Verfahren, ein exaktes Absuchen des Durchleuchtungsbildes in bestimmter Reihenfolge vorzuziehen ist einer oberflächlichen Betrachtung des Schirmbildes und dem Suchen nach groben, ohne weiteres in die Augen fallenden Veränderungen. Die Eigenart der Untersuchungsmethode und die Notwendigkeit des Arbeitens im völlig verdunkelten Raume

verhindern aber leider meist die straffe Regelung der Befundaufnahme durch sofortige Aufzeichnung bezw. Diktat des normalen bezw. pathologischen Status, wie wir sie bei der gewöhnlichen Untersuchung am Krankenbett gewöhnt sind. Auch wenn man sich gewöhnt, sofort nach der Durchleuchtung den erhobenen Befund aufzuschreiben, so ist es dazu doch notwendig, das Gesehene aus dem Gedächtnis zu reproduzieren, und gar zu leicht wird die Objektivität der Aufzeichnung durch das subjektive Urteil, durch die Deutung, die man dem Befunde zu geben geneigt ist, verwischt. Schirmpausen, Aufzeichnungen auf die Haut des Kranken oder auf eine an dem Schirm angebrachte Zelluloidtafel können wegen der durch die zentrale Projektion bedingten Verzeichnungen nur einen sehr mangelhaften, unter Umständen sogar fehlerhaften Ersatz geben. Ein Festhalten des unmittelbar vor Augen stehenden Bildes und der unter direkter Beobachtung sich abspielenden Bewegungsphänomene ist nur möglich, wenn man in einen Phonographen sprechen oder einem Assistenten telephonisch diktieren kann, höchstens mag noch ein Assistent an einer von unten beleuchteten, wohl verdeckten Schreibtafel hierzu zweckentsprechende Dienste leisten. Alle diese Methoden erfordern jedoch einen komplizierten Apparat, zum mindesten Hilfskräfte, die nicht jedem und jederzeit zur Verfügung stehen. Es wird daher in der Regel die Subjektivität bei der Aufnahme der Durchleuchtungsbefunde eine große Rolle spielen. Damit aber erscheint sie zu zuverlässiger wissenschaftlicher Untersuchung weniger geeignet. Häufig wird sie sich im Vergleich zu einem guten Plattenbilde unzulänglich erweisen. Zu Messungen ist sie von vorneherein nicht zu gebrauchen, und der für die Beurteilung des Krankheitsverlaufes, des Einflusses therapeutischer Maßnahmen so wertvolle Vergleich des zu verschiedenen Zeiten im Röntgenlichte erscheinenden Lungenbildes ist nur mit größter Vorsicht anzuwenden.

Die Orthodiagraphie, deren großer Wert für die Beobachtung gewisser Herzkrankheiten unbestritten ist, kann nach unserer nunmehr an über 300 Fällen gesammelter Erfahrung die Durchleuchtung in wertvoller Weise unterstützen und die erwähnten Übelstände zum großen Teil ausschalten. Ihre Bedeutung für die Lungenuntersuchung liegt erstens darin, daß

die Durchleuchtung — abgesehen von dem bis jetzt überhaupt nicht auszuschaltenden Einfluß der Röhrenqualität — jedesmal genau nach den gleichen Bedingungen vorgenommen werden kann, und zweitens darin, daß der Befund in seinen wesentlichsten Grundzügen während der Durchleuchtung nach annähernd paralleler Projektion, also in den wahren Größen, aufgezeichnet wird. Das subjektive Urteil ist dabei freilich keineswegs ganz ausgeschaltet, aber es sind ihm doch gewisse Grenzen gezogen, die bei sorgfältiger und gewissenhafter Anwendung der Methode ein zuverlässiges Resultat gewährleisten. Vielfach wiederholte Untersuchungen bei einem Individuum haben uns gelehrt, daß die Fehlerquellen dabei sehr geringe sind; sie können die Verwertung der Befunde nicht wesentlich stören. Die Methode ist in der Tat zu systematischen Untersuchungen 'geeignet und ergibt insbesondere brauchbare Vergleichswerte.

Wir haben zu unseren Untersuchungen nur den von Levy-Dorn angegebenen, von der Firma Reiniger, Gebbert und Schall hergestellten Orthodiagraphen benützt, der besonders bei der Durchleuchtung des Thorax in aufrechter Körperstellung sich als sehr gut verwendbar erwiesen hat. An den Apparat ist vor allem die Anforderung zu stellen, daß die Zeichenvorrichtung genau auf den Zentralstrahl der Röhre zentriert werden kann, daß die Röhre mit der zentrierten Zeichenvorrichtung, dem Durchleuchtungsschirm und der Blende starr verbunden nach allen Richtungen vom Untersucher mit größter Leichtigkeit und ohne allen Widerstand bewegt werden und daß die Aufzeichnung auf einer besonderen Schreibfläche erfolgen kann, die während der Untersuchung ihre Lage zu der Versuchsperson nicht ändert.

Einige Schwierigkeiten bereitet es, den zu untersuchenden Kranken während der Dauer der Durchleuchtung so zu fixieren, daß er nicht durch Eigenbewegungen das Resultat der Aufzeichnungen illusorisch macht. Im Stehen ist das nicht immer ganz zu vermeiden, da der Oberkörper bezw. der Brustkorb und Schultergürtel, auch das Abdomen in keiner Weise durch Fixiervorrichtungen behindert werden darf, wenn man eine ungestörte Ansicht der Atmungsbewegungen erhalten will. Man ist in dieser Hinsicht einigermaßen von dem guten Willen

und den Fähigkeiten der Versuchsperson abhängig, doch lassen sich gröbere Verschiebungen störender Natur schon durch eine sichere doppelseitige Unterstützung des Beckens behindern. Ferner erscheint es zweckmäßig, wenn der Kranke mit der Brust oder mit dem Rücken an dem Zeichenschirm eine Anlehnung finden kann, und wenn der Kopf durch einen Ruhepunkt am Kinn unterstützt wird, der sich bei dorsoventraler Durchleuchtung leicht an dem vor der Brust befindlichen Zeichenbrett finden oder anbringen läßt. Wird die Aufzeichnung der Lungengrenzen etc. jedesmal in gleicher Reihenfolge so vorgenommen, daß die zuletzt aufgezeichneten Grenzpunkte an die zuerst aufgezeichneten anschließen, so geht übrigens ohne weiteres aus der fertigen Aufzeichnung hervor, ob eine unerwünschte Verschiebung stattgefunden hat oder nicht, und das Resultat der Untersuchung wird danach zu beurteilen sein.

Behält man eine gleichmäßige Versuchsanordnung bei — dorsoventrale Durchleuchtung bei gleichgestelltem Apparat in bezug auf Abstand von Schirm und Röhre —, so ergibt die Untersuchung einer Reihe von gesunden Personen auch ein gleichmäßiges Durchleuchtungsbild der Lungen, das wenigstens nicht mehr der durch die zentrale Projektion wie bei einfacher Durchleuchtung geschaffenen Verzeichnung unterliegt. Ferner ist es nötig, mit einer zentrierten und stets in gleicher Entfernung vor der Röhre befindlichen Blende zu arbeiten. Wir benützten dazu eine möglichst nahe an der Röhre angebrachte Metallblende mit kreisrunder Öffnung von 3 cm Durchmesser, oder auch einen kleinen, in eine Metallplatte eingesetzten 10 cm langen Tubus mit gleichem Lichtungsdurchmesser.

Die Durchleuchtung geschieht so mit einem verhältnismäßig kleinen Strahlenkegel, der nicht gestattet, mit einem Blick den ganzen Brustraum zu übersehen. Vielmehr ist man gezwungen, durch Bewegung des Schirms mit der Röhre nacheinander die einzelnen Teile der Lungenfelder abzusuchen. Dafür hat man den Vorteil eines scharf abgeblendeten Bildes, das in der Hauptsache von den senkrecht oder doch nahezu senkrecht auffallenden Röntgenstrahlen entworfen wird und daher die peripherischen Abschnitte des Bildes in der gleichen Durchleuchtungsrichtung zeigt, wie die zentralen. Die leichte Beweglichkeit der Röhre gestattet es, die Einzelbilder so rasch und mühelos aneinander

zu reihen, daß sie sich für den Beschauer ohne Schwierigkeit zu einem Ganzen vereinigen lassen. Der Gesamteindruck ist bei jeder Untersuchung eines Individuums genau der gleiche hinsichtlich der Größe und der Lage der einzelnen Organe und, die Kritik der Methode kann sich daher ganz auf die Kritik der Röhrenqualität beschränken, die erleichtert werden kann, wenn man durch vorsichtige Belastung und Vermeiden unnötig langer Röhrenausnützung möglichst lange eine gute Röhre in gleicher Qualität erhält und benützt, wie uns das durch mehrere Monate hindurch möglich war.

Der Vorteil der Gleichartigkeit des Strahlenganges bei dieser Versuchsanordnung am Orthodiagraphen, wobei stets die Röhre vor den Augen des Beschauers bezw. vor der Mitte des Schirmes einsteht, ist namentlich für den Anfänger nicht zu unterschätzen. Er vermag dadurch erst seinem Gedächtnis bestimmte Normaltypen des Lungenbildes bezüglich der Größenverhältnisse und der Anordnung der einzelnen Teile des Schattenbildes einzuprägen, die ihn in den Stand setzen, einmal die mannigfachen Varietäten in normaler Breite richtig zu würdigen und dann die pathologischen Veränderungen zunächst nur in den Größenverhältnissen genügend zu beachten. Zu einer erschöpfenden Beurteilung des Lungenzustandes genügt eine solche Betrachtung in annähernd parallelstrahliger Durchleuchtung am Orthodiagraphen freilich nicht. Wichtige Abschnitte der Lungen werden im dorsoventral aufgenommenen Schattenbilde durch die Zwerchfellskuppen und durch das Herz verdeckt. Sie werden erst dadurch der Untersuchung zugänglich, daß man die Versuchsperson während der Durchleuchtung langsam um die eigene Achse dreht und so in allen Durchleuchtungsrichtungen eine Ansicht zu gewinnen sucht, wozu sich die Untersuchung im Sitzen auf einem Drehstuhl oder im Stehen auf einem drehbaren Untergestell eignet. Auch hierfür erscheint uns die Beobachtung mit der beweglichen zentrierten Röhre am Orthodiagraphen zweckmäßig. Denn auch hier ist die Orthodiaskopie wohl allein geeignet, bis zu einem gewissen Grade die durch zentrale Projektion herbeigeführten Bildverzerrungen einzuschränken, die Kritik der Methode zu erleichtern und eine Ansicht zu gewähren, die sich zu Vergleichen entschieden besser

eignet als das durch die feststehende beliebig eingestellte Röhre entworfene Totalbild.

Die Untersuchung im Stehen ist für die Aufnahme des Lungenbefundes am Orthodiagraphen entschieden der Untersuchung im Liegen vorzuziehen. Maßgebend ist dafür zunächst der Stand der Zwerchfellkuppen, der nicht nur durch die Beschaffenheit des Brustkorbs und die Elastizität der Lungen beeinflußt wird, sondern in höherem Grade noch durch die Belastung seitens der Baucheingeweide. In horizontaler Körperlage wird das Zwerchfell durch die Last der Baucheingeweide nach oben gedrängt, zeigt stärkere Wölbung und macht bei der Atmung größere Exkursionen. In geringerem Maße macht sich in gleicher Weise der Druck von der Bauchhöhle her auch noch im Sitzen geltend. Im Stehen dagegen senkt sich das Zwerchfell um ein beträchtliches besonders auf der rechten Seite entsprechend dem durch das Gewicht der Leber ausgeübten Zuge, die unteren Lungenpartien werden in größerer Ausdehnung in dorsoventraler Durchleuchtungsrichtung sichtbar und erscheinen schon bei ruhiger Atmung stärker aufgehellt. Der Herzschatten ist im Stehen gestreckter und verdeckt weniger das linke Lungenfeld als im Liegen. Auch die Lungenspitzen erscheinen im Stehen durch das Herabsinken der Schulterblätter und die Entfaltung und Dehnung der Weichteilbedeckung meist heller als im Liegen. Die im Stehen gewonnene Durchsicht der Lungen gewährt somit auch bei der dorsoventralen Durchleuchtung eine bessere Übersicht über weitaus den größten Teil der Lungen, über ihren Luftgehalt und über die Struktur der Lungenzeichnung, zumal wenn man durch tiefe Inspirationen für eine ausgiebige Erweiterung der Brusthöhle sorgen läßt. Die Differenzen zwischen den im Liegen und im Stehen aufgenommenen Röntgenbefunden der Lungen sind in der Gestaltung des Schattenbildes und insbesondere in dem Umfang und der Art der respiratorischen Bewegungserscheinungen so große, daß es nicht zulässig ist, im Liegen erhobene Befunde ohne weiteres mit den bei aufrechter Körperhaltung aufgenommenen in Vergleich zu setzen. Wenn daher auch zweckmäßigerweise in manchen Fällen beide Untersuchungsmethoden einander ergänzend nacheinander zur Anwendung gebracht werden sollten, so ist es doch zur Einführung in die Diagnostik zunächst besser,

sich regelmäßig der orthodiagraphischen Untersuchung am stehenden Kranken zu bedienen. Jedenfalls muß die Körperhaltung bei der Verwertung der Befunde in pathologischen Fällen besonders berücksichtigt werden. Messungen und Angaben über die Bewegungsgrößen haben nur dann einen Wert, wenn die Art der von den untersuchten Personen bei den Durchleuchtungen eingenommenen Körperhaltung bezeichnet ist.

Die Bedeutung der orthodiagraphischen Untersuchungsmethode liegt aber gerade vorwiegend darin, daß sie gestattet, annähernd exakte Messungen unabhängig von der zentralen Projektion in den wahren Größenverhältnissen des parallel projizierten Schattenbildes vorzunehmen. Dazu ist es erforderlich, die wichtigsten Grenzpunkte der Lungenfelder sowie der darin bemerkbaren schattengebenden Gebilde mit Hilfe der Punktiervorrichtung aufzuzeichnen, soweit sie für die Beurteilung des Lungenbefundes von Bedeutung sind. Es ist schon von verschiedenen Autoren betont worden, daß eine solche Aufzeichnung ungenügend ist, wenn man sich damit begnügt, mit der Schreibvorrichtung entlang den Grenzen zu fahren und diesen Weg durch Punkte zu bezeichnen. Vielmehr ist es erforderlich, an jedem einzelnen Punkt von neuem genau die Grenze zwischen Licht und Schatten möglichst sorgfältig aufzusuchen, ehe man die pneumatische Punktiervorrichtung in Tätigkeit versetzt. Es kommt auch nicht darauf an, daß die Grenzen durch möglichst viele Punkte bezeichnet werden, sondern daß die wenigen für die Beurteilung der Ausdehnung der Lungenfelder etc. entscheidenden Grenzpunkte wirklich exakt aufgesetzt werden. Der Verlauf der Grenzen läßt sich dann mühelos mit Hilfe dieser Punkte konstruieren.

Für die Lungenuntersuchung ist die orthodiagraphische Aufzeichnung auf den Körper des Untersuchten so gut wie gar nicht zu gebrauchen. Die Wölbung des Brustkorbs macht es an sich schon unmöglich, die wichtigen seitlichen Begrenzungen der Lungenfelder und die Ausdehnung der Lungenspitzen in dieser Weise festzuhalten. Die Markierung einzelner Punkte, wie etwa der höchsten Gipfel der Zwerchfellkuppen genügt keineswegs zu diagnostischer Verwertung des Röntgenbildes. Aber nicht nur der Vollständigkeit wegen ist die Aufzeichnung auf eine besondere außerhalb des Körpers gelegene Zeichen-

fläche wünschenswert. Die Orthodiagraphie soll uns, so weit es möglich ist, auch eine Vorstellung geben von dem Unfang der bei der Respiration zu beobachtenden Verschiebungen der Zwerchfellschatten und des Brustkorbs. Bei der Aufzeichnung auf die Haut ist das gar nicht möglich, da sich bei der Atmung die Haut oft ganz erheblich und an verschiedenen Stellen in verschiedenem Grade über den knöchernen Teilen des Brustkorbs verschiebt, und weil sich Brustkorb und Zwerchfell gegeneinander in entgegengesetztem Sinne bewegen. Man könnte daher den exspiratorischen Zwerchfellstand nur auf den exspiratorisch gestellten Brustkorb, den inspiratorischen Zwerchfellstand nur auf den inspiratorisch erweiterten und gehobenen Thorax markieren. Damit würden die Verschiebungen des Zwerchfells z. B. viel zu groß bemessen werden. Zeichnet man dagegen auf eine besondere Schreibfläche auf, so kann man einerseits die wahre Größe der Zwerchfellverschiebung an verschiedenen Stellen der Zwerchfellschatten markieren und vermag andererseits daneben noch die mit der Atmung eintretenden Lageveränderungen der Rippen einzuzeichnen. Man ist daher auch in der Lage, bis zu einem gewissen Grade aus dem so aufgenommenen Orthodiagramm den Einfluß der Rippenbewegung auf die Veränderungen der Konfiguration und der Lage des Zwerchfells zu beurteilen und umgekehrt.

Bei der einfachen Durchleuchtung gewinnt man — von Ausnahmefällen wie zuweilen bei Pneumothorax abgesehen — in der Regel den Eindruck, daß mit der tiefen Inspiration der Zwerchfellschatten im ganzen sich abwärts bewegt, während der Brustkorb sich hebt. Dadurch, daß Rippenschatten und Zwerchfellgrenze aneinander vorbei gleiten, wird die Beurteilung der selbständigen Zwerchfellbewegung erschwert, sie erscheint meist viel umfangreicher, als sie es in Wirklichkeit, wenigstens bei der Untersuchung im Stehen, zu sein pflegt. Um so mehr ist man überrascht, wenn die orthodiagraphische Aufnahme nicht so selten anzeigt, daß gerade bei tiefster Inspiration die Schattengrenze des Zwerchfells sich nicht nur nicht gesenkt, sondern ganz oder teilweise sich aufwärts bewegt hat. Diese Erscheinung rührt davon her, daß bei der dorsoventralen Durchleuchtung jeweils nur die eben höchst gelegenen Teile des Zwerchfells schattengebend werden, und daß bei starker in-

spiratorischer Hebung des Brustkorbs und gleichzeitiger Anspannung der Bauchdecken die vorderen Teile des Zwerchfells mit den Rippen über den exspiratorischen Stand hinaus gehoben werden und dabei die hinteren tatsächlich gesenkten Zwerchfellteile verdecken. Ein in frontaler Durchleuchtungsrichtung aufgenommenes Orthodiagramm klärt in solchen Fällen sofort die wahre Sachlage und die Lageveränderung des Zwerchfells auf. So kann es kommen, daß im dorsoventral aufgenommenen Orthodiagramm die Grenzlinien des exspiratorischen und des inspiratorisch aufgenommenen Zwerchfellstandes sich stellenweise kreuzen. Da diese Linien nur durch einzelne Punkte markiert werden, so wird es unter Umständen schwer fallen, aus der Fülle der durcheinander fallenden Punkte eine richtige Konstruktion der Lungengrenzen zu erhalten. Es ist daher zweckmäßig, die Markierung der verschiedenen Respirationsphasen derart in verschiedener Weise vorzunehmen, daß von vorneherein und regelmäßig nur eine bestimmte Schreibmethode für die eine oder die andere Phase beibehalten wird. Bei der ruhigen Atmung fallen die Grenzen nur äußert selten übereinander, man kann sie daher mit einfachen Punkten hinreichend zuverlässig verzeichnen. Für die tiefe Inspiration bedient man sich entweder einer doppelten oder dreifachen Punktierung oder man verwendet noch besser eine andere Farbe zur Markierung der Grenzen. Freilich fehlt uns bisher noch eine brauchbare Vorrichtung an dem Punktierapparat zum Wechseln der Farben, etwa nach Art der bei mikroskopischen Objektiven verwendeten Revolverwechsel.

Genau ebenso wie bei der Herzuntersuchung darf man auch bei der orthodiagraphischen Aufnahme der Lungenbilder nie vergessen, daß man es stets mit einem Projektionsbilde zu tun hat, das uns nur die Grenzen der vertikal auffallenden Schatten verzeichnet und wenig Aufschluß gibt über die Tiefe der schattenwerfenden Organe. Wo es nötig ist, muß daher wie in dem oben erwähnten Falle die Aufzeichnung in frontaler oder schräger Durchleuchtungsrichtung ergänzend eintreten. Allein auch die dorsoventral aufgenommene orthodiagraphische Zeichnung der Lungenfelder gibt an sich schon, versehen mit den nötigen Notizen über Körpergröße, Körpergewicht, auffällige Besonderheiten im

Durchleuchtungsbilde etc., wichtige Aufschlüsse über die Ausdehnung der Lungenfelder, über die wahre Größe der respiratorischen Bewegungen des Brustkorbs und des Zwerchfells, über die Lage und Größe der Hilusschatten und etwa zu beobachtender Schattengebilde im Innern des sonst lufthaltigen und helldurchscheinenden Lungengewebes. Die so gewonnenen orthodiagraphischen Blätter sind geeignet zu vergleichenden Untersuchungen über die unter normalen und pathologischen Verhältnissen eintretenden Verschiedenheiten in den hier in Betracht kommenden Größenverhältnissen, und sie lassen sich besonders dazu verwerten, an einem Individuum die Entwicklung bezw. den Rückgang krankhafter Veränderungen der Lungenbilder durch mehrere zeitlich auseinanderliegende Untersuchungen scharf und zuverlässig zu kontrollieren.

Der Gang der Untersuchung wird sich zur Erreichung dieses Zwecks an ein bestimmtes Schema halten müssen, denn es kommt darauf an, bei der Aufnahme nichts Wichtiges zu versäumen und doch die Durchleuchtung nicht länger als dringend nötig auszudehnen, teils in Rücksicht auf den Kranken, der nicht zu lange den Röntgenstrahlen ausgesetzt bleiben darf, und der auch nicht lange in der erforderlichen ruhigen Körperhaltung verweilen kann, teils in Rücksicht auf die Röhre, die auch bei vorsichtigster Belastung doch nur relativ kurze Zeit hindurch ihr Bestes zu leisten vermag. Wir beginnen die Aufzeichnung sofort nach Einschaltung der Röhre mit der Markierung des oberen Randes beider Schlüsselbeine. Es wird damit ein Anhaltspunkt für die Stellung des Brustkorbs und für die Höhe der Spitzenfelder gewonnen, dabei hat das Auge Zeit, sich an die Unterscheidung der feineren Helligkeitsdifferenzen zu gewöhnen. Alsdann werden beide Spitzenfelder oberhalb der Klavikeln umgrenzt, erst das rechte und dann das linke. Es folgt stets in gleicher Reihenfolge bei andauernd ruhiger in keiner Weise beeinflußter Atmung des Kranken die Markierung der rechten äußeren Lungengrenze in Exspirationsstellung, ebenso die des rechten unteren Lungenrandes, bezw. der rechten Zwerchfellkuppe. Dabei wird nebenher die Verschiebung der rechten Zwerchfellhälfte bei ruhiger Inspiration eingezeichnet. Daran schließt sich die Aufnahme der linken äußeren und unteren Lungenbegrenzung gleichfalls mit Einzeichnung des mittleren

Inspirationsstandes an. Nunmehr werden die Herzgrenzen tunlichst genau in das Orthodiagramm aufgenommen, erst die rechte Grenze mit der oberen Begrenzung des Mittelschattens und den Hauptlinien der Hiluszeichnung, dann soweit wie möglich die untere Herzgrenze und der linke Herzrand, mit besonderer Markierung der Grenzwinkel zwischen Ventrikel und Vorhof, Pulmonalis und Aorta, von denen namentlich der erste leicht an der gegeneinander schaukelnden Pulsation der verschiedenen Herzabschnitte zu erkennen ist. Bezeichnung der linksseitigen Hilusgebilde, etwa wünschenswerte Markierung des oberen Randes je einer Rippe auf beiden Seiten reiht sich hier an, und erst zuletzt wird der Kranke aufgefordert, mehrere tiefe Atemzüge zu machen, um eine Notierung des Zwerchfell- bezw. auch des Rippenstandes bei tiefster Inspiration zu ermöglichen. Atmungsstillstand wird dabei vermieden, da bei angehaltenem Atem Brustkorbsenkung und Bauchpresse leicht den inspiratorischen Stand des Zwerchfells etwas verändern. Die Notierung der forzierten Exspirationsstellung ist meist entbehrlich. Jedenfalls ist es gut, die Aufzeichnung der forzierten Atmung stets erst gegen Ende der orthodiagraphischen Untersuchung vorzunehmen, da sich hierbei am leichtesten eine aktive Änderung der Körperhaltung seitens der Versuchsperson einstellt, wenn diese nicht sehr gut eingeübt ist. Die Aufzeichnung der Mammillen mit Hilfe von Bleimarken ist entbehrlich, dagegen ist es vorteilhaft, die Mittellinie einzutragen. Besondere Beachtung verdient auch die Lage und der Verlauf der stets leicht zu erkennenden Trachea. Nach Vollendung der Aufzeichnung wird noch einigemale der ganze Thoraxraum und seine Umgebung mit schneller Röhrenbewegung abgesucht. Man kann dann noch den Stand des Zwerchfells zu den vorderen und hinteren Rippen abzählend bestimmen und eventuell, nach Lösung der Fixiervorrichtung die Durchleuchtung in schräger und frontaler Richtung gleich anschließen. Sollte sich bei dieser ergänzenden Übersicht die Notwendigkeit weiterer orthodiagraphischer Aufzeichnungen ergeben, so sind solche erst nach einer längeren Ruhepause noch vorzunehmen. Das fertige Orthodiagramm ist sofort im hellen Lampenlicht zu prüfen, insbesondere darauf, ob Unklarheiten in der Markierung vorliegen, oder ob unliebsame Verschiebungen stattgefunden haben, damit rechtzeitig eine ver-

besserte Aufnahme des ganzen Bildes oder einzelner Teile desselben nachgeholt werden kann.

Es ist durchaus nicht notwendig, stets in der eben beschriebenen Weise alle Einzelheiten in einer Aufnahme zu erledigen. Es ist sogar vorteilhafter, die Aufnahme nicht zu sehr zu übereilen und nicht zu sehr zu komplizieren, sondern nacheinander verschiedene Orthodiagramme anzufertigen, die jedes für sich einzelnen Abschnitten des Untersuchungsganges gewidmet sind. Man muß dann nur dafür Sorge tragen, daß zwischen den einzelnen Aufnahmen an der Einstellung des Orthodiagraphen nicht die geringste Änderung vorgenommen wird, daß die Aufstellung der Versuchsperson jedesmal in gleicher Weise erfolgt, und daß die Zeichenblätter sämtlich übereinstimmende Merkpunkte enthalten, die es ermöglichen, die einzelnen Aufnahmen aufeinander zu passen und zu einem Gesamtbilde zu vereinigen. Die Füllung des Magendarmkanals ist nicht ohne Bedeutung für die Lage der Zwerchfellschatten und für deren Beweglichkeit. Es ist daher darauf zu achten, daß nicht unmittelbar vor der Untersuchung eine größere Mahlzeit eingenommen wird, und daß Blase und Mastdarm vorher entleert werden.

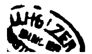
Die orthodiagraphische Untersuchung der Lungen hat vor jeder anderen Lungenuntersuchung den Vorteil, daß bei ihr die Aufnahme des Befundes mit Hilfe der Durchleuchtung und die Aufzeichnung desselben in natürlicher Größe Hand in Hand gehen. Sie liefert daher auch ein Dokument für den Befund, das an Objektivität zwar einer guten Plattenaufnahme nachsteht und darum diese nie ganz ersetzen kann, sie aber doch in manchen wichtigen Punkten ergänzt und in allen jenen Fällen an Brauchbarkeit übertrifft, in denen es darauf ankommt, ohne umständlichen technischen Apparat Messungen zu Vergleichszwecken vorzunehmen. Sie sollte daher stets dann zur Anwendung kommen, wenn man von der Röntgenuntersuchung nicht nur ein schwer zu kritisierendes Augenblicksbild erwartet, sondern auch eine Aufklärung über die funktionelle Leistungsfähigkeit der Lungen bezw. des Atmungsmechanismus und über die Lage und die wahre Ausdehnung der im Röntgenbilde nachweisbaren pathologischen Veränderungen. Für diese Zwecke erscheint die zu Messungen geeignete Festlegung der Befunde nach einem einheitlichen Prinzip besonders wertvoll. Wenn

auch dem Verfahren noch manche schwer zu beseitigende Mängel anhaften, so ist doch allein mit der Ausschaltung der zentralen Projektion, mit der Beobachtung einer bestimmten stets gleichmäßig durchzuführenden Untersuchungsmethode die Grundlage zur Aufstellung gewisser Normen gegeben, und es erscheint die Erwartung berechtigt, daß mit häufiger und vielseitiger Anwendung des Verfahrens die bisher noch in vielen Punkten zu vermissende Übereinstimmung in der Bewertung und der Deutung sowohl normaler als auch regelmäßig wiederkehrender pathologischer Röntgenbefunde der Lungen sich wird erzielen lassen, so z. B. bezüglich des normalen Zwerchfellstandes und der respiratorischen Veränderungen der Zwerchfellkuppen und des Brustkorbs, bezüglich des Einflusses der Lungen- und Brustfellerkrankungen auf die Mechanik der Atmung, bezüglich der Bedeutung der Bronchialdrüsenschwellungen und der Spitzenschatten für die Diagnose der beginnenden Lungentuberkulose. Über die Ergebnisse unserer orthodiagraphischen Lungenuntersuchungen in dieser Hinsicht soll später an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Die Untersuchung am Orthodiagraphen erfordert nicht mehr Zeit und Mühe als die einfache Durchleuchtung und die Röntgenographie mit Einschluß der photographisch-technischen Bearbeitung der Platten. Immerhin stellt die Arbeit im verdunkelten Raum, die anstrengende Beobachtung im Fluoreszenzlicht, der lange Aufenthalt in den meist recht beschränkten, vielfach ungenügend ventilierten und mit Ozon erfüllten Räumen höhere Anforderungen an den Untersucher als die physikalische Untersuchung am Krankenbett, für die das Röntgenverfahren doch nur eine wertvolle Beihilfe leisten soll und kann. Dazu kommt, daß bei der bisher üblichen Bauart der Apparate die Untersuchung des aufrecht stehenden Kranken gerade am Orthodiagraphen den Arzt noch am meisten den schädlichen Einwirkungen der Röntgenstrahlen aussetzt. Denn wenn auch die direkt auffallenden Strahlen durch Schutzschirme und Blenden abgefangen werden können, so verbietet sich doch ein völliger Abschluß der Röhre in einem Schutzkasten durch die Rücksicht auf die Equilibrierung des Apparates und auf dessen leichte Beweglichkeit. Das verstreute Röntgenlicht läßt sich daher schwer vermeiden. In dieser Hinsicht ist der Anwendung der

Orthodiagraphie gerade für die hier in Betracht kommenden Zwecke noch eine gewisse Beschränkung auferlegt. Eine Verbesserung der Apparate in diesem Sinne ist sehr zu wünschen. Sicher lassen sich die Nachteile der Röntgenuntersuchung für die Gesundheit des Beobachters am besten in wohl ausgestatteten und gut dotierten Anstalten vermeiden. Dort kann auch ein Orthodiagraph bei genügender Raumgewährung so postiert werden, daß die gesundheitsschädliche Bestrahlung des Untersuchers auf ein Minimum reduziert wird. So sehr aber auch die Zentralisierung und Spezialisierung des Röntgenverfahrens in der Medizin der technischen Ausgestaltung desselben zugute kommen mag, so wäre es doch sehr zu bedauern, wenn gerade in der inneren Medizin und im speziellen bei der Lungenuntersuchung diese wichtige und heute schon vielfach unentbehrliche physikalische Untersuchungsmethode aus der Verbindung mit der klinischen Untersuchung und Beobachtung am Krankenbett mehr und mehr losgelöst werden sollte. Die Röntgenuntersuchung und die Orthodiagraphie sollen nicht nur die klinische Diagnostik ergänzen und ihr neue Angriffspunkte zeigen, sie sollen auch die klinische Beobachtung begleiten und die Kontrolle der Behandlung unterstützen, während ihrerseits die radiologischen Methoden immer wieder zu förderlicher Ausgestaltung der Korrektur durch die klinischen Erfahrungen bedürfen. Diese nützliche Wechselwirkung kann nur bestehen, wenn der neue Zweig der Methodik mit den älteren in engster Berührung und auch in persönlicher Beziehung bleibt. Darum muß unser Bestreben daraufgerichtet sein, wenigstens für die hier besprochenen Zwecke die Röntgenuntersuchung so zu entwickeln, daß sie als ein tunlichst einheitliches Verfahren ohne Gefährdung der Untersucher und ohne allzugroßen Aufwand an Kosten, Raum und Zeit möglichst vielseitige Verwendung finden kann.

Inhalt.




3 2044 102 977 782